

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

#4

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re PATENT APPLICATION of

Inventor(s): Kengo TAKAHASHI and Tetsu KOBAYASHI

Appln. No.:	
Series Code	Serial No.

Group Art Unit: Not Assigned

Filed: July 13, 2001

Examiner: Not Assigned

Title: SOUND RADIATING STRUCTURE, ACOUSTIC ROOM  
AND SOUND SCATTERING METHOD

Atty. Dkt. P 0277006

H7535US

M#

Client Ref

Date: July 13, 2001

**SUBMISSION OF PRIORITY  
DOCUMENT IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF RULE 55**

Hon. Asst Commissioner of Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Please accept the enclosed certified copy(ies) of the respective foreign application(s) listed below for which benefit under 35 U.S.C. 119/365 has been previously claimed in the subject application and if not is hereby claimed.

<u>Application No.</u>	<u>Country of Origin</u>	<u>Filed</u>
2000-213324	Japan	July 13, 2000

Respectfully submitted,

Pillsbury Winthrop LLP  
Intellectual Property Group

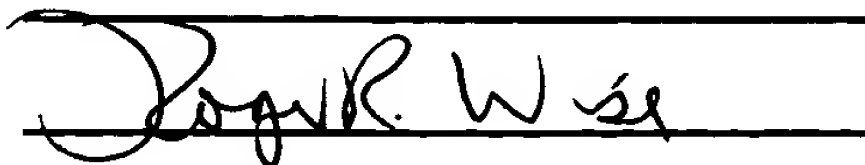
725 South Figueroa Street, Suite  
2800

By Atty: Roger R. Wise

Reg. No. 31204

Los Angeles, CA 90017-5406  
Tel: (213) 488-7100  
Atty/Sec: RRW/JES

Sig:



Fax: (213) 629-1033  
Tel: (213) 488-7584

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 7月13日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-213324

出 願 人

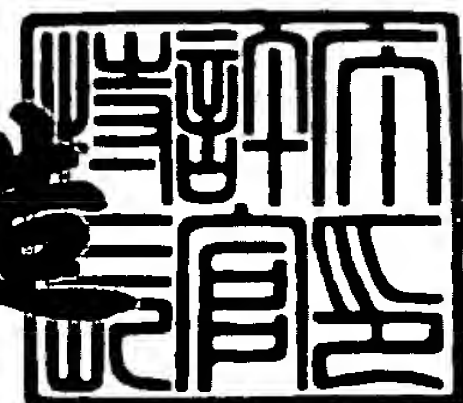
Applicant(s):

ヤマハ株式会社

2001年 5月11日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3038173

【書類名】 特許願

【整理番号】 C28569

【提出日】 平成12年 7月13日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G10K 11/00

【発明の名称】 音響放射構造体、音響室および音響散乱方法

【請求項の数】 10

【発明者】

    【住所又は居所】 静岡県浜松市中沢町 1 0 番 1 号 ヤマハ株式会社内

    【氏名】 高橋 顕吾

【発明者】

    【住所又は居所】 静岡県浜松市中沢町 1 0 番 1 号 ヤマハ株式会社内

    【氏名】 小林 哲

【特許出願人】

    【識別番号】 000004075

    【氏名又は名称】 ヤマハ株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100098084

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 川▲崎▼ 研二

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 038265

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 音響放射構造体、音響室および音響散乱方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 音響放射を行う音響放射構造体であって、

1 方向に延在するとともに当該延在方向の少なくとも一端側が開口している空洞を形成する部材であって、形成する前記空洞の前記延在方向の長さが各々異なる複数の空洞形成部材を備え、

複数の前記空洞形成部材により形成される前記空洞が近接して配置されており、

音波が入射された場合に、各前記空洞形成部材が共鳴によって音響再放射するようにした

ことを特徴とする音響放射構造体。

【請求項 2】 複数の前記空洞形成部材が前記空洞の延在方向と直交する方向に隣接して配置されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の音響放射構造体。

【請求項 3】 複数の前記空洞形成部材が設けられる 1 枚の支持パネルをさらに具備する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の音響放射構造体。

【請求項 4】 前記空洞形成部材の前記空洞の延在方向の一端側が開口しており、他端側が閉じられている

ことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の音響放射構造体。

【請求項 5】 前記空洞形成部材は、前記延在方向の両端が開口した前記空洞を形成しており、

前記空洞形成部材の少なくとも一端側の開口部分に着脱自在になされた蓋部を備え、当該蓋部が前記開口部分に装着された場合には、当該開口部分が閉じられる

ことを特徴とする請求項 1 に記載の音響放射構造体。

【請求項 6】 前記空洞形成部材は、当該空洞形成部材により形成される前記空洞の延在方向の長さを調節可能な構造である

ことを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の音響放射構造体。

【請求項 7】 前記空洞形成部材は、前記空洞の延在方向に沿った側面部を有しており、当該側面部には前記空洞に連なる側面開口部が形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の音響放射構造体。

【請求項 8】 前記側面部は平面部を有しており、複数の前記空洞形成部材の前記側面部の前記平面部により 1 つのほぼ平滑な平面が形成されるように各前記空洞形成部材が配置されていることを特徴とする請求項 7 に記載の音響放射構造体。

【請求項 9】 請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の音響放射構造体と、前記音響放射構造体に取り付けられる内壁面または天井面とを備えることを特徴とする音響室。

【請求項 10】 音を散乱させる方法であって、共鳴体の共鳴による音響再放射を利用して音を散乱させることを特徴とする音響散乱方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、音を散乱させる音響放射構造体、音響室および音響散乱方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、ホール等には、音を散乱させて、フラッタエコーなどの音響障害を除去するための方法が提案されている。例えば、ホール等の壁面に断面形状が山型や半円型の音響散乱体を貼り付け、これらの音響散乱体の凹凸形状により、反射音の方向を制御し、音を散乱させる方法がある。また、内壁面や天井面等に分散して吸音パネル等を貼り付けることにより、壁面等の音響インピーダンスを変化させて音を散乱させる方法もある。さらに、ランダム級数に基づいた深さの異なる溝が表面に形成された構造体、例えばシュレーダ拡散体を用いて音を散乱させる方法もある。

## 【 0 0 0 3 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述した山型や半円型の音響散乱体を壁面に貼り付ける方法では、音響散乱体がある程度の凹凸を有する形状でなくてはならず、その厚み方向のサイズが大きくなってしまふ。したがって、室内にこのような音響散乱体を貼り付けた場合には、室内のスペースが大きく損なわれてしまうことになる。また、山型や半円型等の断面形状を有する構造体が壁面一面に張り巡らされると、室内が画一的なデザインとなりやすくデザインが単調となるが、凹凸を有する表面形状によって散乱効果を得ているので、この形状を変えることができず、意匠上の自由度が大きく制限される。

## 【 0 0 0 4 】

また、壁面に分散して吸音パネルを貼り付けることにより、壁面上に吸音領域と反射領域とを交互に配置する方法では、分散配置されているとはいえ、吸音パネルが多数配置されることには変わりなく、その吸音効果によって室内のライブネスが低下してしまふ。また、散乱効果を得る周波数帯域を大きくするためには、様々なタイプの吸音パネルを用意する必要がある。さらに、得られる散乱効果も少ないといったデメリットがある。

## 【 0 0 0 5 】

また、深さの異なる溝が形成された構造体（例えば、シュレーダ拡散体）を用いる方法では、低周波数帯域において散乱効果を得るためには、溝の深さを大きくする必要があり（実際には 3 0 c m 以上が必要）、構造体の厚み方向のサイズが大きくなってしまい、この構造体が設けられる室内のスペースが大きく損なわれてしまふ。また、シュレーダ拡散体の場合は、その形状は独特なものであり、建築意匠への影響が大きい。また、シュレーダ拡散体は、低音域の音に対して吸音性を有しており、低音域での大きな散乱効果を得ようとする場合に使用する構造体としては不適である。

## 【 0 0 0 6 】

本発明は、上記の事情を考慮してなされたものであり、厚み方向へのサイズの大型化および室内の建築設計自由度の低下を招くことなく、広い周波数帯域にわ

たって良好な散乱効果を得ることができる音響放射構造体、これを備えた音響室および音響散乱方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明の請求項 1 に記載の音響放射構造体は、音響放射を行う音響放射構造体であって、

1 方向に延在するとともに当該延在方向の少なくとも一端側が開口している空洞を形成する部材であって、形成する前記空洞の前記延在方向の長さが各々異なる複数の空洞形成部材を備え、

複数の前記空洞形成部材により形成される前記空洞が近接して配置されており、

音波が入射された場合に、各前記空洞形成部材が共鳴によって音響再放射するようにしたことを特徴としている。

この構成によれば、音波が入射されると、当該音波によって

【 0 0 0 8 】

また、請求項 2 に記載の音響放射構造体は、請求項 1 に記載の音響放射構造体において、

複数の前記空洞形成部材が前記空洞の延在方向と直交する方向に隣接して配置されていることを特徴としている。

【 0 0 0 9 】

また、請求項 3 に記載の音響放射構造体は、請求項 1 に記載の音響放射構造体において、

複数の前記空洞形成部材が設けられる 1 枚の支持パネルをさらに具備することを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

また、請求項 4 に記載の音響放射構造体は、請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の音響放射構造体において、

前記空洞形成部材の前記空洞の延在方向の一端側が開口しており、他端側が閉じられていることを特徴としている。



【 0 0 1 1 】

また、請求項 5 に記載の音響放射構造体は、請求項 1 に記載の音響放射構造体において、

前記空洞形成部材は、前記延在方向の両端が開口した前記空洞を形成しており、

前記空洞形成部材の少なくとも一端側の開口部分に着脱自在になされた蓋部を備え、当該蓋部が前記開口部分に装着された場合には、当該開口部分が閉じられることを特徴としている。

【 0 0 1 2 】

また、請求項 6 に記載の音響放射構造体は、請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の音響放射構造体において、

前記空洞形成部材は、当該空洞形成部材により形成される前記空洞の延在方向の長さを調節可能な構造であることを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

また、請求項 7 に記載の音響放射構造体は、請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の音響放射構造体において、

前記空洞形成部材は、前記空洞の延在方向に沿った側面部を有しており、当該側面部には前記空洞に連なる側面開口部が形成されていることを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

また、請求項 8 に記載の音響放射構造体は、請求項 7 に記載の音響放射構造体において、

前記側面部は平面部を有しており、

複数の前記空洞形成部材の前記側面部の前記平面部により 1 つのほぼ平滑な平面が形成されるように各前記空洞形成部材が配置されていることを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

また、請求項 9 に記載の音響室は、請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の音響放射構造体と、

前記音響放射構造体に取り付けられる内壁面または天井面とを備えることを特徴としている。

【 0 0 1 6 】

また、請求項 1 0 に記載の音響散乱方法は、音を散乱させる方法であって、共鳴体の共鳴による音響再放射を利用して音を散乱させることを特徴としている。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

A. 実施形態の構成

まず、図 1 は本発明の一実施形態に係る音響放射構造体 5 を示す正面図である。同図に示すように、この音響放射構造体 5 は、複数（図示の例では 7）本のパイプ（空洞形成部材） 1 0 - A 1 ~ パイプ 1 0 - A 7 から構成されている。本発明に係る音響放射構造体は、複数本のパイプから構成されるが、以下においては、図示のように 7 本のパイプから構成した場合を例に挙げて説明する。

【 0 0 1 8 】

音響放射構造体 5 は、7 本のパイプ 1 0 - A 1 ~ パイプ 1 0 - A 7 がパイプの延在方向と直交する方向（図示の例では上下方向）に隣接して配置されており、7 本のパイプ 1 0 - A 1 ~ パイプ 1 0 - A 7 は、パイプ 1 0 - A 1 の長さが最も大きく、以降パイプ 1 0 - A 2、パイプ 1 0 - A 3、……パイプ 1 0 - A 7 といった順番に長さが順次小さくなっている。そして、各パイプの外側の端部の位置が揃えられており、これにより図 1 において右側の端部は階段状の段差が形成されている。なお、本実施形態では、パイプ 1 0 - A 1 ~ パイプ 1 0 - A 7 の長さが順番に変わっていくようにパイプを配置しているが、各パイプを隣接配置する順序はこれに限らず任意である。しかしながら、本実施形態のように階段状の段差ができるような順序で各パイプを配置すれば、音響放射構造体 5 が意匠上すっきりしたものとなる。なお、後述するようにパイプの長さは、対応する周波数帯域を決める要素であるため、本実施形態のように長さの異なるパイプを配置することによって、より広い周波数帯域に対応した音響放射構造体を構成することができる。

## 【 0 0 1 9 】

図 1、図 2 および図 3 に示すように、音響放射構造体 5 を構成する各パイプ 1 0-A1～パイプ 1 0-A7 は、断面形状が正形状の角筒状の部材であり、パイプの延在方向に延びる断面略正形状の空洞が形成されている（ここで、断面とはパイプの延在方向と直交する面をいうものとする）。ここで、空洞を形成する各パイプの肉厚は、所定の強度が得られれば、小さい方が好ましい。

## 【 0 0 2 0 】

上述したように各パイプ 1 0-A1～パイプ 1 0-A7 は、その延在方向に直交する上下方向に隣接して配置されている。ここで、パイプ 1 0-A1～1 0-A7 は、外觀が略直方体状の各パイプの 1 つの側面部 1 3 が 1 つの平面を形成するように揃えて配置されており、これにより音響放射構造体 5 はほぼフラットな平面を有する外觀形状となっている。すなわち、各パイプの側面部 1 3 が揃えて配置されることにより、ほぼフラットな平面が形成されている。

## 【 0 0 2 1 】

音響放射構造体 5 を構成する各パイプ 1 0-A1～パイプ 1 0-A7 の一端側は開口部 1 1 となっており、他端側は蓋部 1 2 により閉じられている。ここで、パイプ 1 0-A2、パイプ 1 0-A4、パイプ 1 0-A6、パイプ 1 0-A8 は、各パイプの先端の位置が段差状になっている側（図 2 参照）の端部が開口部 1 1 となっており、その反対側の端部（図 3 参照）、つまり先端位置が揃えられた側の端部が蓋部 1 2 により閉じられている。一方、パイプ 1 0-A1、パイプ 1 0-A3、パイプ 1 0-A5、パイプ 1 0-A7 は、上述した偶数番号が付されたパイプとは逆に、各パイプの先端の位置が揃えられた側の端部が開口部 1 1 となっており、他端側が蓋部 1 2 により閉じられている。つまり、音響放射構造体 5 において、隣り合うパイプは、開口部 1 1 のある側が互い違いとなるように配置されているのである。なお、各パイプを配置する向きは上記のような方向に限らないが、本実施形態では後述する開口部 1 3 a の配置位置を分散させるために、このような方向で各パイプを配置するようにしている。

## 【 0 0 2 2 】

また、音響放射構造体 5 を構成するパイプ 1 0-A1～パイプ 1 0-A7 は、上述

したフラットな平面を形成している側面部 1 3 に、上述した空洞に連なる開口部 1 3 a が形成されている。図 4 (a) に示すように、各パイプの側面部 1 3 に形成される開口部 1 3 a の位置は、パイプの長手方向の長さを  $L$  とした場合、その開口部 1 1 から  $(3/4)L$  の長さの位置（蓋部 1 2 に閉じられた端部から  $(1/4)L$  の長さの位置）に形成されている。

## 【 0 0 2 3 】

## B. 他の構成例

上述した音響放射構造体 5 は、7 本のパイプが隣接配置される構成であったが、図 5 に示すように、音響放射構造体 5 に、音響放射構造体 6 を組み合わせた音響放射構造体 1 0 0 を構成するようにしてもよい。

## 【 0 0 2 4 】

図 5 に示すように、音響放射構造体 6 は、上述した音響放射構造体 5 と同様に、7 本のパイプ（空洞形成部材）1 0 -B1～パイプ 1 0 -B7 から構成されている。そして、この例に示す音響放射構造体 1 0 0 は、音響放射構造体 5 と音響放射構造体 6 とが横方向に並んで設置された構成となっている。

## 【 0 0 2 5 】

音響放射構造体 6 も、音響放射構造体 5 と同様に 7 本のパイプ 1 0 -B1～パイプ 1 0 -B7 がパイプの延在方向と直交する方向に隣接して配置されており、7 本のパイプ 1 0 -B1～パイプ 1 0 -B7 は、パイプ 1 0 -B1 の長さが最も大きく、パイプ 1 0 -B2、パイプ 1 0 -B3……パイプ 1 0 -B7 といった順番に長さが順次小さくなっている。そして、各パイプの外側の端部の位置が揃えられており、音響放射構造体 5 と対向する側の端部は階段状の段差が形成されている。このように音響放射構造体 5 および音響放射構造体 6 に形成される段差が噛み合うようにして音響放射構造体 5 と音響放射構造体 6 が並んで配置されている。ここで、上記音響放射構造体 5 と同様にパイプの長さを順番に変化するように各パイプを配置する必要はないが、このような順序で配置することにより、音響放射構造体 5 と音響放射構造体 6 の段差側が噛み合うように設置することができる。これにより、音響放射構造体 5 と音響放射構造体 6 から構成される音響放射構造体 1 0 0 は平面矩形状になり、意匠上すっきりとしたものとなるとともに、音響室等に設置する

場合の設置自由度が高めることが可能となる。また、音響放射構造体 1 0 0 のように、音響放射構造体 5 と音響放射構造体 6 とを組み合わせた構造を採用すれば、長さの異なる多数のパイプを効率よく配置することも可能となる。

#### 【 0 0 2 6 】

また、音響放射構造体 6 も、音響放射構造体 5 に形成される平面と揃えられた平面を形成しており、これらの平面が本実施形態に係る音響放射構造体 1 0 0 の表面を構成している。音響放射構造体 1 0 0 が設置される場合には、このように形成されるほぼフラットな平面が室内側に向けて設置されることになる。

#### 【 0 0 2 7 】

音響放射構造体 6 は、上述した音響放射構造体 5 と同様に 7 本のパイプ 1 0 -B1～パイプ 1 0 -B7 から構成されており、パイプ 1 0 -A1～パイプ 1 0 -A7 とパイプ 1 0 -B1～パイプ 1 0 -B7 とはその延在方向の長さが異なる以外は同様の構成を有している。つまり、音響放射構造体 6 を構成する各パイプの一端側が開口部 1 1 であり、他端側が蓋部 1 2 により閉じられている。そして、隣り合うパイプは、開口部 1 1 がある側が互い違いになるように配置されており、側面部 1 3 における上述した (3 / 4) L の位置に開口部 1 3 a が形成されている。他にも各パイプが形成する空洞の形状等も同様である。

#### 【 0 0 2 8 】

ここで、音響放射構造体 6 を構成する各パイプの長さは、上述した音響放射構造体 5 を構成する各パイプの長さとは異なるようになっている。上述したように各パイプの長さは、良好な散乱特性を得ることができる周波数帯域を決める要素となっているので、音響放射構造体 5 と音響放射構造体 6 を組み合わせた構造体、つまり多数の長さの異なるパイプを備えた構造体とすることにより、より広い周波数帯域で良好な散乱特性を得ることができる。

#### 【 0 0 2 9 】

### C. 音響放射構造体の設置例

次に、上述したような音響放射構造体 5 や、音響放射構造体 5 と音響放射構造体 6 とを組み合わせた音響放射構造体 1 0 0 の音響室への設置例について図 6 ～図 8 を用いて説明する。まず、図 6 は、音響放射構造体 1 0 0 を音響室の側壁面



4 0 に音響放射構造体 1 0 0 を貼り付けて設置した例と、音響室内の床面上に側壁面 4 0 際に設置した例とを示す。このように音響放射構造体 1 0 0 の設置例としては、側壁面 4 0 に貼り付ける、もしくは側壁面 4 0 際の床面上に設置することが考えられるが、この場合、図示の例のように音響放射構造体 1 0 0 は側壁面 4 0 の中央近傍に配置することが良好な散乱特性を得る上で好ましい。これは、一般的な室形状である直方体室において、平行対面する壁面間で繰り返し反射（フラッタ）を生じやすい部分であり、その中央に音響放射構造体 1 0 0 を設置することによってより良好な散乱特性を得ることができるからである。

#### 【 0 0 3 0 】

この他にも、図 7 に示すように、音響室の天井面 4 1 に音響放射構造体 1 0 0 を設置するようにしてもよい。この場合にも、側壁面 4 0 に設置する場合と同様に、その中央部分近傍に設置することが好ましい。また、図 8 に示すように、天井面 4 1 と側壁面 4 0 の両者に音響放射構造体 1 0 0 を設置するようにしてもよい。さらに、同一側壁面 4 0 や同一天井面 4 1 に複数の音響放射構造体 1 0 0 を設置するようにしてもよい。また、音響放射構造体 1 0 0 を設置する向きは図 6 ～図 8 に示したように、パイプの長手方向が水平方向となる方向であってもよいし、パイプの長手方向が垂直方向となる方向であってもよいし、任意である。

#### 【 0 0 3 1 】

#### D. 実施形態による効果

本実施形態に係る音響散乱構造体は、以上説明したような構成であり、図 6 ～図 8 に例示するように音響室の壁面や天井面等に配置されることにより、入射音に対する共鳴管として機能する各パイプの音響再放射を利用して音を散乱させ、フラッターエコー等の音響障害を抑制することができる。つまり、この音響放射構造体に音波が入射されると、当該音波によって励振された後に音響放射を行うことになる。ここで、この音響放射構造体は、長さの異なる複数の空洞を有しているため、各空洞の長さに対応した周波数の共鳴音によって音響が再放射される。これにより、時間遅れを伴った音響再放射を行うことができ、上記のような音響障害を抑制することができる。このように本実施形態に係る音響放射構造体 1 0 0 は、音響障害を抑制するために音を散乱させているが、以下、上記構造の音響

放射構造体 1 0 0 による音の散乱の原理について詳しく説明する。なお、音響放射構造体 5 や音響放射構造体 6 を単体の場合にも音響放射構造体 1 0 0 と同様の原理で散乱するものであるため、以下、音響放射構造体 1 0 0 のみを例に挙げて説明する。

### 【 0 0 3 2 】

この音響放射構造体 1 0 0 は、室内の内壁面や天井面などの通常音圧が高くなる境界面上に設置されることになり、壁面等に設置された音響放射構造体 1 0 0 に室内中央側から音波が入射してくると、音響放射構造体 1 0 0 を構成する各パイプ内の空洞に、各パイプの共鳴周波数に応じた定在波が発生する。これにより、各パイプの開口部からは、各パイプの共鳴周波数の音波が球面波として再放射される。上述したように音響放射構造体 1 0 0 は、長さの異なる多数のパイプを有しており、各パイプ毎に共鳴周波数が異なっている。したがって、音響放射構造体 1 0 0 としては、広い周波数帯域にわたる音波を再放射することができる。

### 【 0 0 3 3 】

また、上述したように音響放射構造体 1 0 0 を構成する各パイプは、一端側に開口部 1 1 を有する単なる閉管ではなく、その側面部 1 3 に開口部 1 3 a が形成されている。つまり、図 4 (a) に示すような当該音響放射構造体 1 0 0 を構成する各パイプは、音響学の点から見ると、図 4 (b) に示すように、長さ  $L$  の閉管と、長さ  $(3/4)L$  の開管（両端が開放）と、長さ  $1/4 L$  の閉管といった 3 つのパイプから構成されていると考えることができる。すなわち、各パイプが長さ  $L$  の閉管の共鳴周波数、長さ  $(3/4)L$  の開管の共鳴周波数、および長さ  $1/4 L$  の閉管の共鳴周波数という 3 つの共鳴周波数を有しており、各パイプの開口部からはこれら 3 つの共鳴周波数の音波が再放射されることになる。

### 【 0 0 3 4 】

上述したように音響放射構造体 1 0 0 から再放射される様々な周波数の音波は、入射波に対する音響放射構造体 1 0 0 の表面部による反射波に引き続いて付加的に発生することになる。また、この音響放射構造体 1 0 0 によれば、上述したように各パイプの各開口部から、すなわち音響放射構造体 1 0 0 の各所に多数設けられた開口部から、それぞれ異なった周波数の音波を放射することができる。

これは、周波数の異なる点音源が壁面等に多数配置されたことと音響学上等価な状態であり、本実施形態に係る音響放射構造体 1 0 0 によれば、入射音に対して良好な音の散乱処理を実現することができるのである。また、このように音響放射構造体 1 0 0 は、入射音を吸収するのではなく、時間遅れを伴った再放射を利用して散乱処理を行っているので吸音率が大きくなり、室内のライブネスの低下を抑制することができる。

#### 【 0 0 3 5 】

以上説明したような原理により、本実施形態に係る音響放射構造体 1 0 0 によれば、広い周波数帯域にわたって効果的な散乱処理を行えることがわかるが、本発明者は、以下に説明する各種の測定実験等を行い、上記構成の音響放射構造体 1 0 0 により優れた音の散乱性能が得られることを確認した。以下、これらの測定実験の内容と結果等について説明する。

#### 【 0 0 3 6 】

ここで、図 9 は以下に説明する各種測定実験に用いた音響放射構造体 5 および音響放射構造体 6 を構成する各パイプの長さ寸法と、各長さのパイプの閉管（一端が閉じられ、他端が開放した管）の共鳴周波数の理論値を示す。なお、各パイプの断面のサイズは、6 0 mm×6 0 mmの正形状であり、これらのパイプによって6 0 mm×6 0 mmよりもパイプの肉厚の分だけ小さい空洞が形成されている。また、図において、パイプ番号 A 1、A 2、……A 7 は、上述したパイプ 1 0 -A1～パイプ 1 0 -A7に対応し、パイプ番号 B 1、B 2……B 7 はパイプ 1 0 -B1～パイプ 1 0 -B7に対応している。また、 $f$  は長さ  $L$  の閉管の共鳴周波数の理論値であり、 $f-S$  は長さが  $(1/4)L$  の閉管の共鳴周波数の理論値であり、 $f-L$  は長さが  $(3/4)L$  の開管の共鳴周波数の理論値である。図示のように、本実施形態に係る音響放射構造体 1 0 0 では、ほぼ 1 0 0 Hz～1 k Hz にわたる共鳴周波数（理論値）の音波を再放射することができ、広い周波数帯域をカバーできるように各パイプの寸法が設定されている。

#### 【 0 0 3 7 】

まず、このように各パイプが 3 つの共鳴周波数の音を再放射しているかを確認するために各パイプの開口部にマイクロホンを設置し、当該マイクロホンにより



得られた結果から、実験結果の周波数特性上のピーク値と、上述した長さ  $L$  の閉管の共鳴周波数の理論値 ( $f$ ) および長さ  $(1/4)L$  の閉管の共鳴周波数の理論値 ( $f-S$ ) とがほぼ一致することが確認された。

## 【 0 0 3 8 】

また、長さ  $(3/4)L$  の開管に対する共鳴周波数の測定実験においては、図 10 (a) に示すように、両端が閉じられたパイプの長さ  $(3/4)L$  の位置に開口部を設け、当該開口部にマイクロホンを設けて放射音の測定を行い、図 10 (b) に示すような結果を得た。ここで、両端部を閉じた管の共鳴周波数の理論値  $f-L'$  は、 $f-L$  の  $1/2$  倍の値となる。これを考慮して、当該測定結果により得られた周波数特性の第 1 のピーク値と、共鳴周波数の理論値  $f-L$  (図 9 参照) の  $1/2$  倍の値である  $f-L'$  とを比較すると、両者がほぼ一致していることが確認された。

## 【 0 0 3 9 】

したがって、本実施形態に係る音響放射構造体 100 を構成する各パイプは、それぞれ 3 つの共鳴周波数の音波を開口部から放射していることが確認され、これにより上述したような  $100\text{ Hz} \sim 1\text{ kHz}$  といった広範囲にわたり、良好な散乱処理が実際に実現できることがわかる。なお、図 7 に示すように、各パイプの基本共鳴周波数は約  $100 \sim 1\text{ kHz}$  であるが、図 10 (b) に示すように、高次倍音を考慮すれば、 $100\text{ Hz}$  以上の周波数帯域で良好な散乱処理が実現できる。

## 【 0 0 4 0 】

上述したように本実施形態に係る音響放射構造体 100 では、開口部 13a は、開口部 11 から長さ  $(3/4)L$  の位置に設けている。また、各パイプの端部の開口部 11 を形成するパイプの肉厚は可能な限り小さくすることが好ましく、本実施形態に係る音響放射構造体 100 でもこのような構造を採用している。本出願人は、このような構造を採用することにより、良好な散乱効果を得られることを確認するために、パイプの肉厚の大小 (ケース 1)、開口部 13a の「外部側」または「内部側」に曲面処理 (ケース 2)、および側面部 13 を設ける位置 (ケース 3) といった 3 つの観点から、波動音響シミュレーション実験を行った

。この実験は、略直方体状の閉空間内に平面波音源を設置し、その1つの壁面に以下に示すような構成の音響放射構造体を配置し、その音響エネルギーの分布状況を導出した。ここで、開口部13aの「外部側」または「内部側」に曲面処理を施すことについて図11を用いて説明する。図11(a)は内部側に曲面処理を施した場合の側断面図であり、図11(b)は外部側に曲面処理を施した場合の側断面図である。これらの図に示すように、「内部側」に曲面処理とは、開口部13aの縁部の内側、つまり各パイプにより形成される空洞側の部分に曲面処理を施すことであり、「外部側」に曲面処理とは、開口部13aの縁部の外側、つまり各パイプの表面側に曲面処理を施すことを意味している。

【0041】

以上のような観点による実験の結果、図12～図19に示す結果を得た。なお、これらの図はコンピュータによるシミュレーション結果をコンピュータ画面上にカラー画像として表示するものを紙面にモノクロ画像として印刷したものを利用しており、詳細なシミュレーション結果が再現できないため、説明に必要な音響エネルギーの分布状況については図中に補足文を付加している。また、各図の右側に上下方向に延びるバー内部の色は音圧値と、当該音圧を示すために分布図において表示する色との対応関係を示し、上側の色になるほど音圧値が大きく、下側の色になるほど音圧値が小さいことを表している。

【0042】

(ケース1-A)

各パイプの肉厚が小さい構造体 (図12参照)

(ケース1-B)

各パイプの肉厚が大きい構造体 (図13参照)

(ケース2-A)

各パイプの開口部13aの「内部側」に曲面処理を施した構造体 (図14参照)

(ケース2-B)

各パイプの開口部13aの「外部側」に曲面処理を施した構造体 (図15参照)

(ケース 3 - A)

開口部 1 3 a を蓋部 1 2 側から長さ  $(1/2)L$  の位置に設けた構造体 (図 1 6 参照)

(ケース 3 - B)

開口部 1 3 a を蓋部 1 2 側から長さ  $(1/3)L$  の位置に設けた構造体 (図 1 7 参照)

(ケース 3 - C)

開口部 1 3 a を蓋部 1 2 側から長さ  $(1/4)L$  の位置に設けた構造体 (図 1 8 参照)

(ケース 3 - D)

開口部 1 3 a を蓋部 1 2 の近傍に設けた構造体 (図 1 9 参照)

【 0 0 4 3 】

開口部 1 1 を構成するパイプの肉厚については (ケース 1)、図 1 2 および図 1 3 を比較すると、図 1 2 に示す肉厚が小さい場合の方が再放射音のエネルギーが大きくなっており、また音響放射構造体 1 0 0 から遠方側 (図の右側) において放射された音波が乱れている、つまりエネルギーが散乱している (図上では濃淡のばらつきが細かい) ことが分かる。

【 0 0 4 4 】

また、ケース 2 については、図 1 4 および図 1 5 を比較すると、図 1 4 に示すように、開口部 1 3 a の内部側に曲面処理を施した場合、後部波面の乱れ具合が大きいことが分かり、また図 1 5 に示すように、開口部 1 3 a の外部側に曲面処理を施した場合、進行波の先端が若干乱されるということが分かる。

【 0 0 4 5 】

また、ケース 3 については、図 1 6 ~ 図 1 9 を比較すると、開口部 1 3 a を長さ  $L$  の中間部に設けるよりも (図 1 6 参照)、図 1 7 および図 1 8 に示すように、開口部 1 3 a をいずれかの端部側に偏った位置に設ける方が音波が乱れており (図面上は濃淡のばらつきが多く)、良好な散乱特性が得られることが分かる。特に、図 1 8 に示すように、長さ  $(1/4)L$  の位置に開口部 1 3 a を設ける場合は、音波の乱れが大きく、最も良好な散乱特性が得られていることが分かる。

## 【 0 0 4 6 】

以上のような波動シミュレーションの結果から、本実施形態に係る音響放射構造体 1 0 0 のように、パイプの肉厚を小さく、開口部 1 3 a を側面部 1 3 における蓋部 1 2 から長さ  $(1/4)L$  の位置に設けた構造体を採用すれば、より良好な散乱特性が得られることが分かる。

## 【 0 0 4 7 】

次に、本実施形態に係る音響放射構造体 1 0 0 の散乱による効果を直接音と反射音との干渉の度合いの観点から評価するために、当該音響放射構造体 1 0 0 を床面に配置した場合と、床面に何も配置しない場合とでインパルス応答を測定し、図 2 0 および図 2 1 に示す結果を得た。なお、以下に説明する実験においては、図 2 2 に示すように、音響放射構造体 5 および音響放射構造体 6 から構成される音響放射構造体 1 0 0 を 2 つ組み合わせて音響放射構造体を構成し、当該音響放射構造体を用いて実験を行った。

## 【 0 0 4 8 】

ここで、インパルス応答の測定条件を図 2 3 を参照しながら説明する。同図に示すように、Y 座標が 0 となる位置（床面）に音響放射構造体を設置するとともに、音源となる無指向性スピーカ 1 8 0（合せ型）を、Y 座標が 1.5（m）の位置に配置した（音響放射構造体 1 0 0 を配置しない場合は、Y 座標 0 の位置は床面のみとなる）。そして、Y 座標が 0.25（m）の位置（M1 点）、0.5（m）の位置（M2 点）、0.75（m）の位置（M3 点）および 1.0（m）の位置（M4 点）にマイクロホンを設置し、それぞれの位置においてマイクロホンにより收音してインパルス応答を測定した。なお、各位置での測定により得られたインパルス応答波形は、類似した傾向を有するものであるため、M1 点の測定結果のみを図 2 0（音響放射構造体を設置した場合）および図 2 1（音響放射構造体を設置しない場合）に示す。

## 【 0 0 4 9 】

図 2 0 および図 2 1 を参照すると、図 2 1 に示す音響放射構造体 1 0 0 を配置しない場合には、入射波の後に境界面である床面からの反射波が孤立して存在している。これに対し、図 2 0 に示す音響放射構造体を設置した場合には、反射音

に引き続いて付加的に放射音が発生し、反射音が孤立していないことが分かる。したがって、本実施形態に係る音響放射構造体を設置すれば、反射音のみが目立つことにより生じるフラッターエコー等の音響障害を低減することができる。

#### 【 0 0 5 0 】

次に、本実施形態に係る音響放射構造体 1 0 0 によってフラッターエコーが低減されることを確認するために、以下のような条件の下、マイクロホンによる収音結果から、インパルス応答の時間波形、周波数特性波形、および S T F T（短時間フーリエ変換）波形のエネルギー表現であるスペクトログラムとスペクトログラムの各周波数毎の標準偏差を導出した。ここで、S T F T は、短時間  $\Delta t$  毎の信号を取り出し、その区間毎にフーリエ変換を行う変換処理である。そして、今回の測定対象となる音波などの非定常信号は周波数特性が時間と共に変化するものであり、測定対象は時間と周波数との関数で表す必要がある。このため、音響放射構造体を設置した場合と設置しない場合とで各々 S T F T 波形のスペクトログラムを導出し、導出した S T F T 波形のスペクトログラムを比較することにより、本実施形態に係る音響放射構造体 1 0 0 による効果を確認することとした。

#### 【 0 0 5 1 】

まず、図 2 4 を参照しながら当該実験を行った条件について説明する。同図は、略直方体状の実験室を示す平面図であり、当該実験室内の 1 つの壁面 1 9 0（図示の例では図の右側の壁面）に音響放射構造体を設置した場合と、音響放射構造体を設置しない場合、つまり壁面のみが存在する場合とで比較実験を行った。ここで、音源となるスピーカ 1 9 2 は、音響放射構造体 1 0 0 が設置される壁面 1 9 0 に平行に対向する壁面 1 9 1 の高さ 1.4 m の位置に貼り付けられている。また、マイクロホンはスピーカの位置とほぼ同じ対向壁面 1 9 1 に近接した位置（P 1 点）と、両壁面間の中間位置であるスピーカから  $(1/2)W$  の位置（P 2 点）と、音源から  $(3/4)W$ （壁面 1 9 0 から  $(1/4)W$ ）の位置（P 3 点）とに配置し（高さは全て 1.4 m）、それぞれの位置において音響放射構造体 1 0 0 を設置した場合と、設置しない場合とについて収音し測定を行った。そして、図 2 5 ～ 図 3 0 に示す結果を得た。なお、図 2 5 ～ 図 3 0 は、マイクロ



ホンを P 2 点に設置した時の收音結果に基づいて導出された波形であり、P 1 点および P 3 点に設置した時の收音結果により導出された各波形も P 2 点によるものと類似した傾向を有しているので、以下においては、P 2 点の收音結果により導出された各波形等のみを図示し、本実施形態に係る音響放射構造体 1 0 0 による効果について説明する。また、これらの図もコンピュータによるシミュレーション結果をコンピュータ画面上にカラー画像として表示するものを紙面にモノクロ画像として印刷したものを利用しており、詳細な波形を再現できないため、説明に必要な波形の特徴的な部分については図中に補足文を付加している。

## 【 0 0 5 2 】

まず、図 2 5 および図 2 6 は、P 2 点にマイクロホンを配置した時の收音結果に基づいて導出された S T F T 波形のスペクトログラム（上側）と、インパルス応答の時間波形（下側）であり、図 2 5 は音響放射構造体を設置した場合の各々の波形を示し、図 2 6 は音響放射構造体を設置しない場合の各々の波形を示す。

## 【 0 0 5 3 】

まず、これらの図に示されるインパルス応答の時間波形（下側）を比較すると、図 2 6 に示す壁面のみの場合では、多数の反射音が孤立して存在していることがわかる。一方、図 2 5 に示す音響放射構造体を設置した場合は、音響放射構造体から発せられる放射音によって反射音が目立たなくなっていることが分かる。また、これらの図の S T F T 波形のスペクトログラム（上側）に着目してみても、音響放射構造体を設置しない図 2 6 に示す S T F T 波形のスペクトログラムにおいては反射音に対応する波形が孤立していることが明らかである。これに対し、音響放射構造体を設置した場合の波形で反射音が目立たなくなっていることが分かる。したがって、反射音がフラッターエコーなどの音響障害の原因となってしまうことを低減することができる。

## 【 0 0 5 4 】

図 2 5 および図 2 6 に示されるスペクトログラムを比較すると、0. 1 5 msec ～ 0. 2 0 msec の区間（図中太線で囲んだ区間）において、音響放射構造体の設置により偏差が減少している。この区間におけるスペクトログラムの各周波数毎の標準偏差を導出すると、それぞれ図 2 7 および図 2 8 に示す波形が得られる。

これらの波形を比較すると、音響放射構造体を設置しない場合には（図 2 8 参照）、図中太線で囲んだ部分に示されるように偏差が大きく、音響放射構造体を設置した場合には（図 2 7 参照）、偏差が減少していることが分かる。これは、音響放射構造体を設置した場合には、反射音のエネルギーが孤立することを低減できることを意味している。

## 【 0 0 5 5 】

次に、図 2 9 および図 3 0 は、マイクロホンによる收音結果に基づいて導出された周波数特性波形を示し、図 2 9 は音響放射構造体を設置した場合の波形であり、図 3 0 は音響放射構造体を設置しない場合の波形である。これらの図に示される波形のピークディップに着目すると、音響放射構造体を設置しない場合の波形（図 3 0 参照）では図中丸で囲った部分に示されるようにピークディップが多数存在しているのに対し、音響放射構造体 1 0 0 を設置した場合の波形（図 2 9 参照）では、ピークディップが減少しており、波形が平均化されていることがわかる。

## 【 0 0 5 6 】

以上のような各種測定実験により、本実施形態に係る音響放射構造体 1 0 0 によれば、様々な周波数の音波を再放射することにより、良好な散乱特性が得られ、反射音の孤立を抑制してフラッターエコー等の音響障害を抑制することができることが確認された。

## 【 0 0 5 7 】

また、本実施形態に係る音響放射構造体 1 0 0 は、各種実験で確認されたように各パイプの断面サイズが 6 0 mm × 6 0 mm 程度であっても、良好な散乱効果等が得られている。したがって、音響放射構造体 1 0 0 は、従来の山型や半円型の音響散乱体やシュレーダ拡散体と比較して、その厚み方向のサイズを小さいものにすることが可能である。

## 【 0 0 5 8 】

また、音響放射構造体 1 0 0 は、各パイプの側面部 1 3 により形成されるほぼフラットな平面を有し、音響放射構造体 1 0 0 が壁面や天井面に設置された場合には、当該平面が室内側に向けられることになる。従来の山型、半円型などの音

響散乱体やシュレーダ拡散体は、表面に大きな凹凸が存在してしまい、室内のデザインが特殊なものとなり、室内全体のデザインに大きく影響を与えてしまう。これに対し、本実施形態では、室内側の面がほぼフラットな平面であるので、通常の壁面等に近似したものであり、室内全体のデザインの設計自由度は通常の壁面を有する室内とほとんど変わらなくなる。また、音響放射構造体 1 0 0 は、その全体外観形状がほぼフラットな平面を有する板状の構造体である。したがって、設置する場合の収まり具合も良好であり、当該音響放射構造体 1 0 0 を設置するために室内を特殊な形状に加工するといった必要もない。

【 0 0 5 9 】

## E. 変形例

なお、本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、以下のような種々の変形が可能である。

【 0 0 6 0 】

## (変形例 1)

上述した実施形態では、音響放射構造体 5 および音響放射構造体 6 を構成する各パイプが略正形状の断面形状を有する角筒形状であったが、これに限らず、他の形状であってもよい。例えば、円筒状のパイプを用いるようにしてもよいし、断面が長形状の角筒形状であってもよい。また、外観は角筒状で、当該パイプにより形成される空洞の断面形状が円形となるようにしてもよい。

【 0 0 6 1 】

## (変形例 2)

また、上述した実施形態における測定実験等では、断面サイズが 6 0 mm × 6 0 mm のパイプを用いるようにしていたが、このサイズも任意であり、設計条件等に応じて適宜決定すればよい。なお、本発明に係る音響放射構造体が音響室の壁面や天井面に貼り付けられて用いられることを考慮すると、構造体の厚みは小さい方が室内スペースの縮小を抑制するためには好ましい。一方、断面サイズを小さくしすぎると、再放射するための入射エネルギーが十分に得られずに良好な散乱効果が得られなくなると考えられるが、上述した各種の実験により、6 0 mm × 6 0 mm のサイズで十分良好な散乱効果が得られており、散乱効果の観点とスペース



効率の観点の両者を考慮すると、パイプの断面サイズは 6 0 mm× 6 0 mm前後が好適であるといえる。また、各パイプの長さ L も上述したもの（図 9 参照）に限らず、散乱させる音の周波数帯域等に応じて適宜決定すればよい。

## 【 0 0 6 2 】

## （変形例 3）

また、上述した実施形態では、各パイプは、一端側が開口部 1 1 になっており、他端側が蓋部 1 2 により閉じられていたが、両端を開口するようにしてもよい。ただし、上述したように両端が開口した開管の場合は、その共鳴周波数が閉管の 2 倍となってしまうので、高周波数帯域に対応する、つまり高周波数帯域で良好な散乱特性を得るための音響放射構造体として用いる場合は問題がないが、低周波数帯域に対応した音響放射構造体を作製する場合には、上記実施形態のように一端側を蓋部 1 2 により閉じた構成とすることが好ましい。

## 【 0 0 6 3 】

また、このような音響放射構造体 1 0 0 が対応する周波数帯域を高周波数側や低周波数側といった具合に調整できるように、各パイプとして両端側が開口したものをを用いると共に、両端部に着脱自在に蓋部 1 2 を設けておくようにしてもよい。このようすれば、蓋部 1 2 の着脱状態を選択することにより、パイプを開管として機能させたり、閉管として機能させたりすることができ、当該音響放射構造体 1 0 0 によって良好な散乱特性が得られる周波数領域を容易に調整することができる。

## 【 0 0 6 4 】

## （変形例 4）

また、上述した実施形態では、各パイプの側面部 1 3 に形成する側面部 1 3 の位置も、上述した蓋部 1 2 側の端部から長さ  $(1/4)L$  の位置に限らず、側面部 1 3 上の他の位置であってもよい。ただし、上述した実験結果からも長さ  $(1/4)L$  の位置に開口部 1 3 a を設けた場合には良好な散乱特性が得られることが明らかであるため、上述した実施形態のような位置に形成することが好ましい。

## 【 0 0 6 5 】

また、上述した実施形態では、音響放射構造体 1 0 0 が設置された場合に音響室の中心側に向く側面部 1 3 に開口部 1 3 a を形成するようにしていたが、他の開放した側面部、つまり壁面等と接する面以外の側面部に開口部 1 3 a を形成するようにしてもよい。なお、室内で良好な散乱性を得ることを目的としているので、本実施形態のように部屋の中心側に向いた側面部 1 3 に開口部 1 3 a を設けることが好ましい。

## 【 0 0 6 6 】

また、各パイプの側面部 1 3 に複数の開口部 1 3 a を形成するとともに、各開口部 1 3 a を塞ぐ蓋部を着脱自在に設けておき、散乱させる音の周波数帯域等の設計条件に応じて各開口部 1 3 a の開閉状態を選択できるようにしてもよい。

## 【 0 0 6 7 】

## (変形例 5)

また、上述した実施形態では、7 本のパイプからなる音響放射構造体 5、音響放射構造体 6、およびこれらを組み合わせた音響放射構造体 1 0 0 などの構成例を挙げて説明したが、音響放射構造体を構成はこれに限らず、また音響放射構造体を構成するパイプの本数も、上記実施形態に記述したものに限定されるわけではない。また、音響放射構造体 5 および音響放射構造体 6 といった具合に 2 つの部分に分けて配置する構成に限らず、その配置や組み合わせ等は任意であり、散乱させる音の周波数帯域に応じて各パイプ、パイプ本数、組み合わせ方などを適宜決定すればよい。

## 【 0 0 6 8 】

## (変形例 6)

また、上述した実施形態においては、音響放射構造体 1 0 0 を構成する各パイプを、開口部 1 1 と蓋部 1 2 が互い違いとなるように配置していたが、一方側に開口部 1 1 が、他方側に蓋部 1 2 が位置するように各パイプを配置するようにしてもよい。ただし、上述した実施形態のように開口部 1 1 と蓋部 1 2 とが互い違いになるように配置することにより、音波が再放射される多数の開口部の位置が分散されるので、散乱性が向上する。また、開口部の位置が隣接している場合、シュレーダ拡散体のように「吸音」を生じる虞もある。したがって、特別な理由

がない限り、上述した実施形態に係る音響放射構造体 1 0 0 のように、開口部 1 1 と蓋部 1 2 が互い違いになるように各パイプを配置することが好ましい。

#### 【 0 0 6 9 】

##### (変形例 7)

また、上述した実施形態では、複数の断面略正形状の空洞を有するパイプを配置することにより音響放射構造体を構成していたが、図 3 1 に示すように、裏板 3 1 0 と、仕切板 3 1 1 と、表面板 3 1 2 と、蓋板 3 1 3 とを用いて空洞を形成する音響放射構造体 3 1 5 を構成するようにしてもよい。同図に示すように、この音響放射構造体は、裏板 3 1 0 と、仕切板 3 1 1 と、表面板 3 1 2 と、蓋板 3 1 3 とを適宜組み立てることにより、上記第 1 実施形態において複数のパイプを用いて構成した音響放射構造体 5、音響放射構造体 6、およびこれらを組み合わせた音響放射構造体 1 0 0 とほぼ同形状の構造体を作製しているのである。

#### 【 0 0 7 0 】

具体的には、図 3 2 に示すように、壁面等に固着された平板状の裏板 3 1 0 上に等間隔毎に仕切板 3 1 1 と組み立てる。そして、上記仕切板 3 1 1 を組み立てた間隔とほぼ同等の幅を有する表面板 3 1 2 の両端を隣り合う仕切板 3 1 1 で支持するように組み立てる。ここで、表面板 3 1 2 は上述した実施形態の各パイプと同様にそれぞれ長さ（図 3 2 の紙面垂直方向）が異なっており、また開口部 1 3 a（図 3 1 参照）が形成されている。このように表面板 3 1 2 を組み立てると、図 3 2 の紙面垂直方向に延びる空洞が多数形成されることになり、この空洞の一端側を蓋板 3 1 3 を用いて閉じることにより、上述した実施形態とほぼ同様の構造を有する音響放射構造体 3 1 5 を作製することができる。このように音響放射構造体 3 1 5 を作製・取付することで、作業を簡略化することが可能であり、コストの低下を実現することが可能となる。また、表面板 3 1 2 や蓋板 3 1 3 を着脱自在に組み立てるようにすれば、音響放射構造体 3 1 5 を構成する開口部の位置等を容易に調整することが可能となる。

#### 【 0 0 7 1 】

また、図示の例では、このように作製した音響放射構造体 3 1 5 が壁面上に取り付けられているが、これに限らず、壁面内部に埋め込むように当該音響放射構

造体を設置し、壁面の表面と当該音響放射構造体の表面を揃えるようにしてもよい。このようにすれば、音響放射構造体 3 1 5 を設置した部屋の壁面に出っ張り等がなくなり、室内のデザインがすっきりとしたものとなる。また、音響放射構造体 3 1 5 を埋め込んだ壁として製造すれば、コスト削減も可能となる。

## 【 0 0 7 2 】

## (変形例 8)

また、上述した実施形態においては、音響放射構造体を壁面や天井面に設置していたが、これに限らず、図 3 3 に示すように、上記様々な構成の音響放射構造体（図示では音響放射構造体 3 1 5）の下端側にキャスター 3 3 0 を取り付け、自立形の散乱性を有する音響パネル体 3 3 1 を構成し、この音響パネル体 3 3 1 を容易に移動させることができるようにしてもよい。このような容易に設置位置を変更できる音響パネル体 3 3 1 は、反射音を和らげたい場所等に設置して用いるようにすればよいが、以下のような用途で用いることも考えられる。

## 【 0 0 7 3 】

まず、二人以上の演奏者や演奏音源がある場合には、これらの演奏者（音源）の間に設置する仕切板（録音スタジオやホール等で弱音機器への音の回り込みを防ぐ板）として用いることもできる。また、初期反射音の補強（フラット型散乱反射板）を目的とした移動型の簡易反射パネルとしても利用することが可能である。

## 【 0 0 7 4 】

## (変形例 9)

また、上述した実施形態においては、音響放射構造体を構成する各パイプの長さは固定されたものであったが、各パイプの長さを調整できるような構成としてもよい。例えば、図 3 4 に示すように、音響放射構造体を構成する各パイプを、固定パイプ部 3 4 0 と、当該固定パイプ部 3 4 0 に図中上下方向にスライド可能に設けられた可動パイプ部 3 4 1 とからなるスライド方式の 2 段式とし、可動パイプ部 3 4 1 の位置を調整することにより、各パイプの長さを容易に調整できるようにしてもよい。このようにすれば、良好な散乱特性を得たい周波数帯域に応じて適宜各パイプの長さを調整することが可能となる。なお、このようにパイプ

の長さを調整できる構成とした場合には、開口部 1 3 a は可動パイプ部 3 4 1 を最大に延ばした状態で蓋部 1 2 から (3 / 4) L の位置に設けるようにすればよく、この開口部 1 3 a が塞がらない範囲内で可動パイプ部 3 4 1 を可動させるようにすればよい。

#### 【 0 0 7 5 】

##### (変形例 1 0)

また、上述した実施形態は、音響放射構造体を構成する各パイプがその延在方向と直交する方向に隣接するように配置されていたが、これに限らず、パイプを設置する方向は任意であり、各パイプが近接して配置されていればよい。例えば、図 3 5 (a)、(b)、(c) に示すような位置に、各パイプ 1 0 を配置するようにしてもよい。この際、各パイプ 1 0 は、壁面上に各々設置するようにしてもよいし、図 3 6 に示すように、平板状の支持パネル 3 6 0 上に設置するようにしてもよい。1 枚の平板状の支持パネル 3 6 0 上に各パイプを設置する場合には、当該パネル 3 6 0 にキャスターを取り付けるようにし、上述した変形例 8 で説明したように容易に移動可能にできるようにしてもよい。また、平板状の支持パネル 3 6 0 上に多数のパイプを設置する場合には、当該支持パネル上での各パイプの設置位置を変更できるような構成としてもよい。

#### 【 0 0 7 6 】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、厚み方向へのサイズの大型化および室内の設計自由度の低下を招くことなく、広い周波数帯域にわたって良好な散乱効果を得ることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態に係る音響放射構造体を示す正面図である。

【図 2】 図 1 の II - II 線に沿ってみた図である。

【図 3】 図 1 の III - III 線に沿ってみた図である。

【図 4】 前記音響放射構造体を構成する各パイプの共鳴周波数を説明するための図である。

【図 5】 前記音響放射構造体の他の構成例を示す正面図である。



【図 6】 前記音響放射構造体の音響室への設置例を示す図である。

【図 7】 前記音響放射構造体の音響室への他の設置例を示す図である。

【図 8】 前記音響放射構造体の音響室へのその他の設置例を示す図である。

【図 9】 前記音響放射構造体による効果を確認する実験に使用した前記各パイプの長さと共に鳴周波数の理論値を示す図である。

【図 10】 (a) は前記各パイプの共鳴周波数を確認するための実験方法を説明するための図であり、(b) は当該実験により測定された周波数特性のピーク値を示す図である。

【図 11】 前記音響放射構造体を構成する各パイプの側面部に形成された開口部の内面処理を説明するための図である。

【図 12】 前記音響放射構造体の散乱特性を調べるための音響波動シミュレーション実験により導出されたエネルギー分布を示す図である。

【図 13】 前記音響放射構造体の散乱特性を調べるための音響波動シミュレーション実験により導出されたエネルギー分布を示す図である。

【図 14】 前記音響放射構造体の散乱特性を調べるための音響波動シミュレーション実験により導出されたエネルギー分布を示す図である。

【図 15】 前記音響放射構造体の散乱特性を調べるための音響波動シミュレーション実験により導出されたエネルギー分布を示す図である。

【図 16】 前記音響放射構造体の散乱特性を調べるための音響波動シミュレーション実験により導出されたエネルギー分布を示す図である。

【図 17】 前記音響放射構造体の散乱特性を調べるための音響波動シミュレーション実験により導出されたエネルギー分布を示す図である。

【図 18】 前記音響放射構造体の散乱特性を調べるための音響波動シミュレーション実験により導出されたエネルギー分布を示す図である。

【図 19】 前記音響放射構造体の散乱特性を調べるための音響波動シミュレーション実験により導出されたエネルギー分布を示す図である。

【図 20】 前記音響反射構造体を境界面に設置した場合に測定されるインパルス応答の時間波形を示す図である。

【図 2 1】 前記音響反射構造体を設置しない場合に測定されるインパルス応答の時間波形を示す図である。

【図 2 2】 前記インパルス応答の時間波形の測定を行った音響放射構造体の外観を示す斜視図である。

【図 2 3】 前記インパルス応答の時間波形の測定を行うための実験条件を説明するための図である。

【図 2 4】 前記音響放射構造体によって音響障害が低減されることを確認するための実験の条件を説明するための図である。

【図 2 5】 前記音響放射構造体を境界面に設置した場合に導出される S T F T 波形のスペクトログラムとインパルス応答の時間波形を示す図である。

【図 2 6】 前記音響放射構造体を設置しない場合に導出される S T F T 波形のスペクトログラムとインパルス応答の時間波形を示す図である。

【図 2 7】 前記音響放射構造体を境界面に設置した場合に導出されるスペクトログラムの周波数毎の標準偏差を示すグラフである。

【図 2 8】 前記音響放射構造体を設置しない場合に導出されるスペクトログラムの周波数毎の標準偏差を示すグラフである。

【図 2 9】 前記音響放射構造体を境界面に設置した場合に導出される周波数特性を示す図である。

【図 3 0】 前記音響放射構造体を設置しない場合に導出される周波数特性を示す図である。

【図 3 1】 前記音響放射構造体の変形例を示す斜視図である。

【図 3 2】 前記音響放射構造体の変形例を組み立てる方法を説明するための図である。

【図 3 3】 前記音響放射構造体の他の変形例を示す斜視図である。

【図 3 4】 前記音響放射構造体のその他の変形例を示す図である。

【図 3 5】 前記音響放射構造体のその他の変形例を示す図である。

【図 3 6】 前記音響放射構造体のその他の変形例を示す図である。

【符号の説明】

5 ……構造体 A 部、 6 ……構造体 B 部、 1 0 -A1～1 0 -A7……パイプ（空洞形

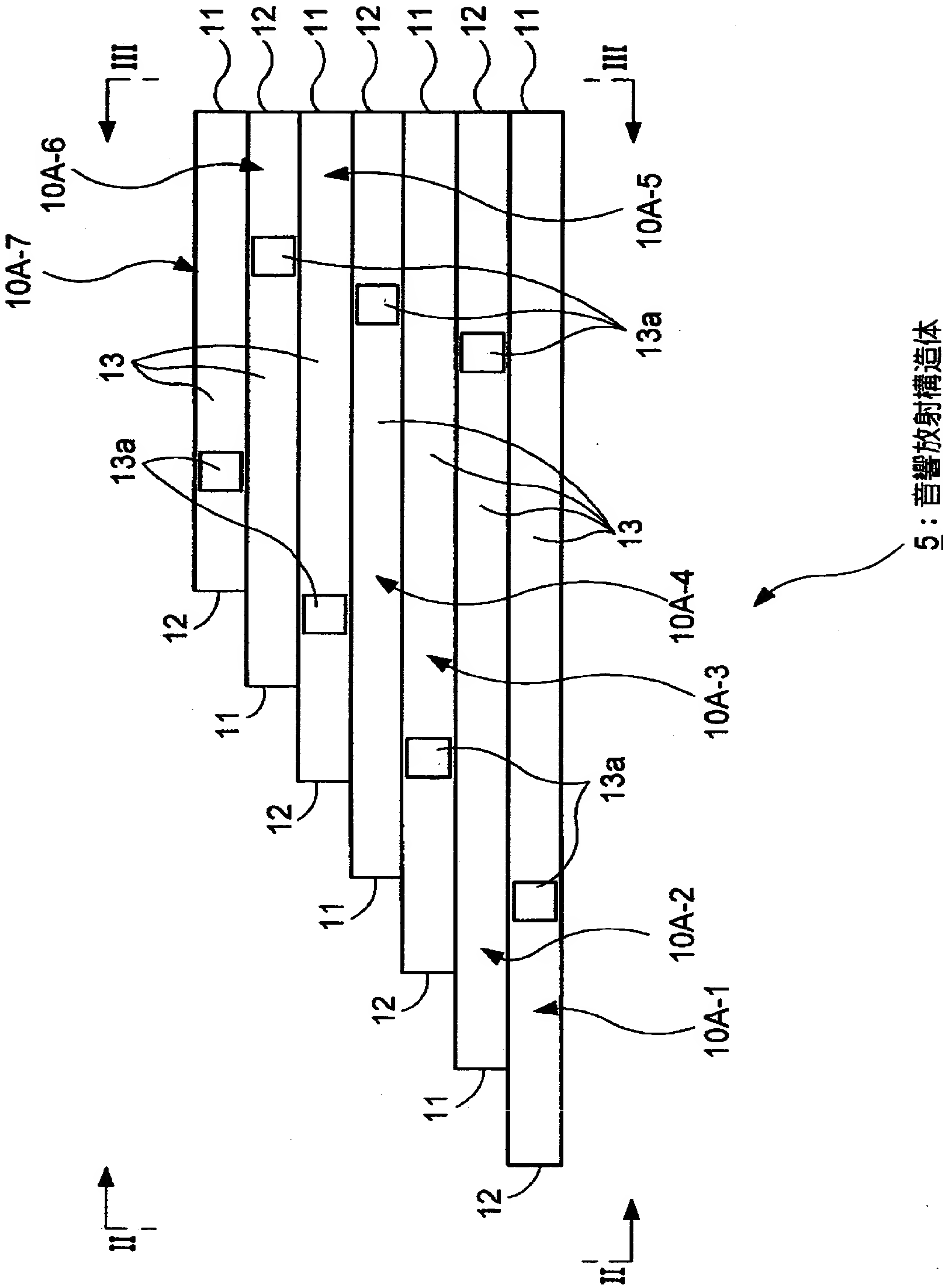
特2000-213324

成部材)、10-B1~10-B7……パイプ(空洞形成部材)、11……開口部、1  
2……蓋部、13……側面部、13a……開口部(側面開口部)

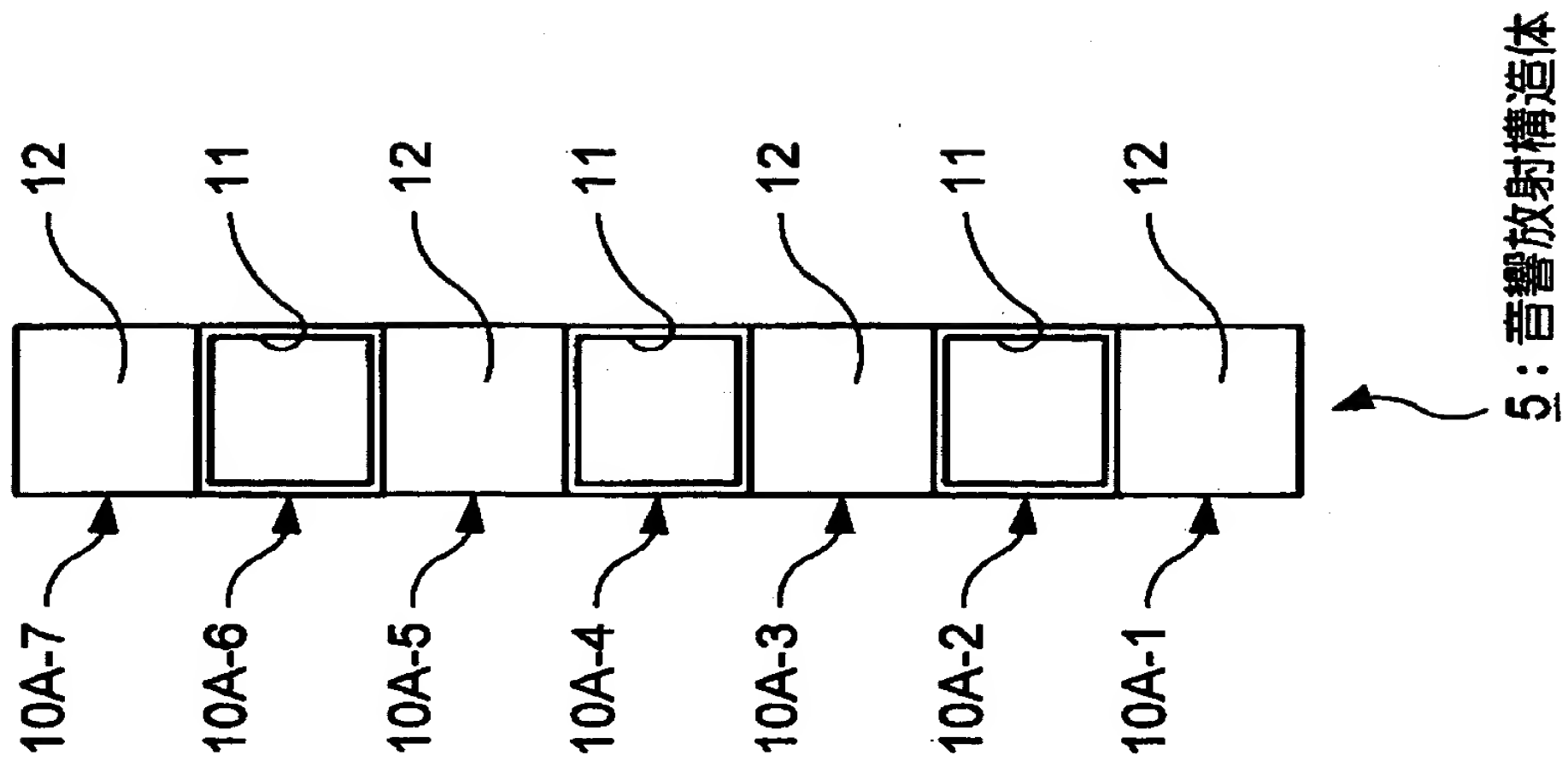


【書類名】 図面

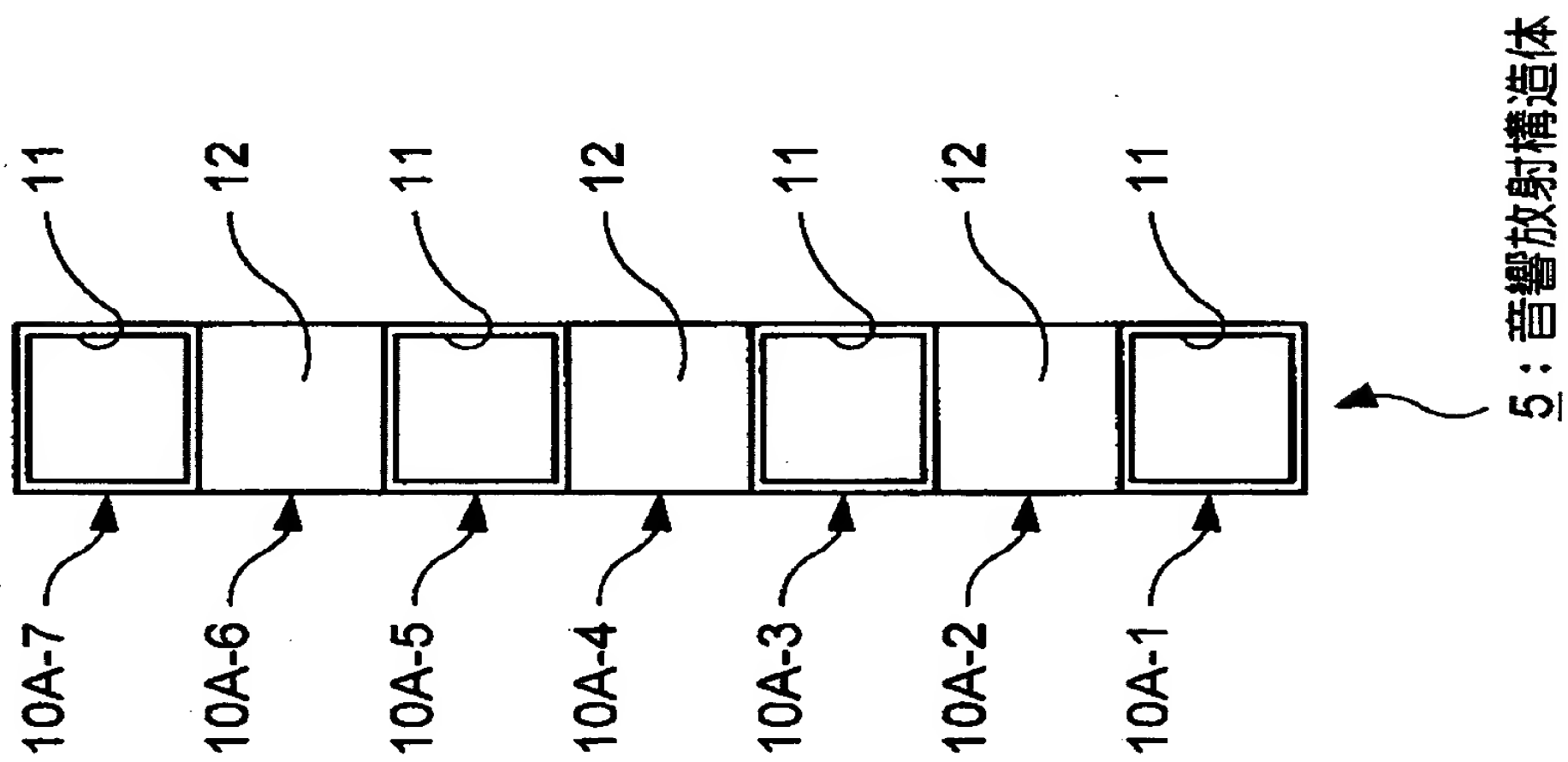
【図 1】



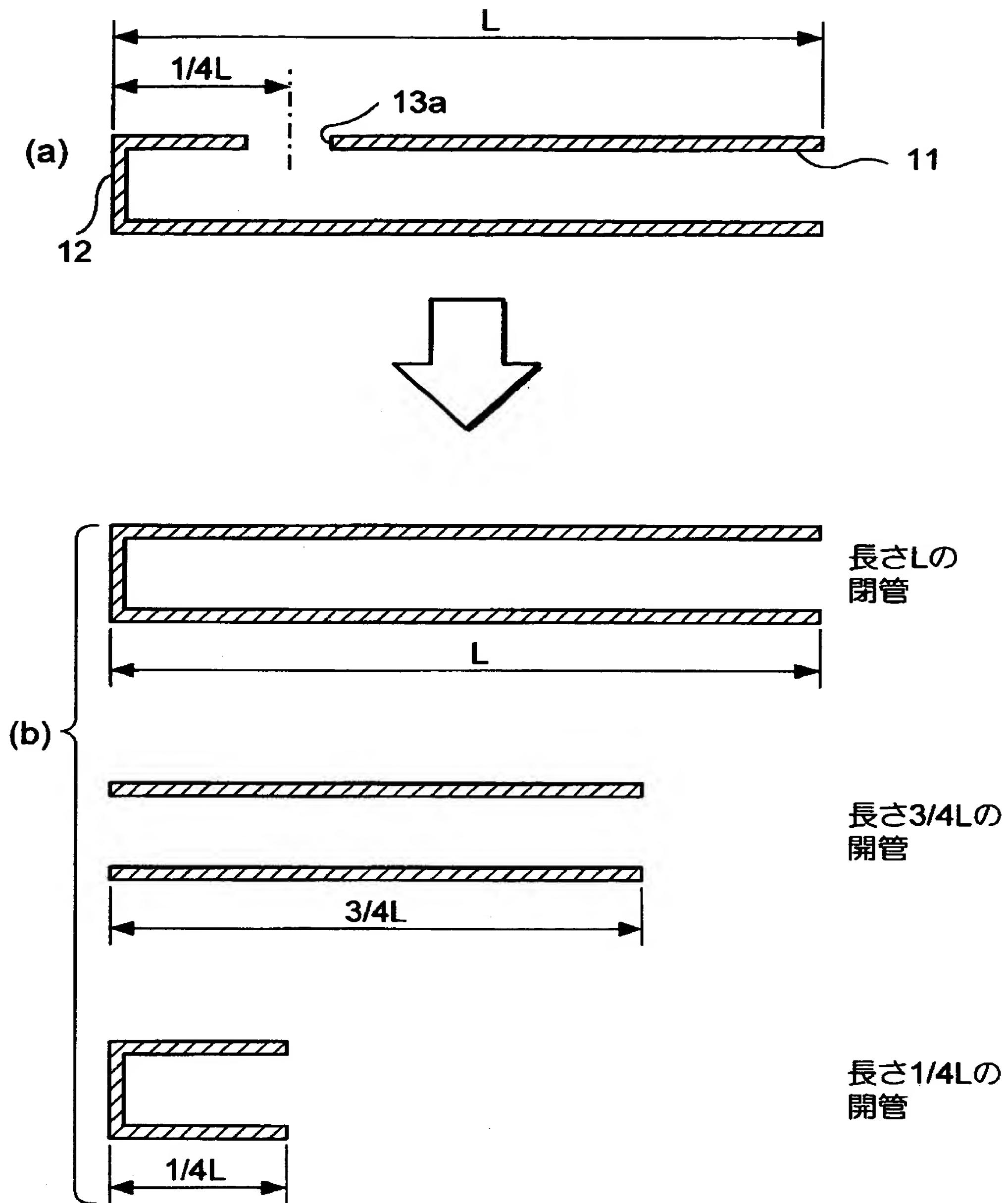
【図 2】



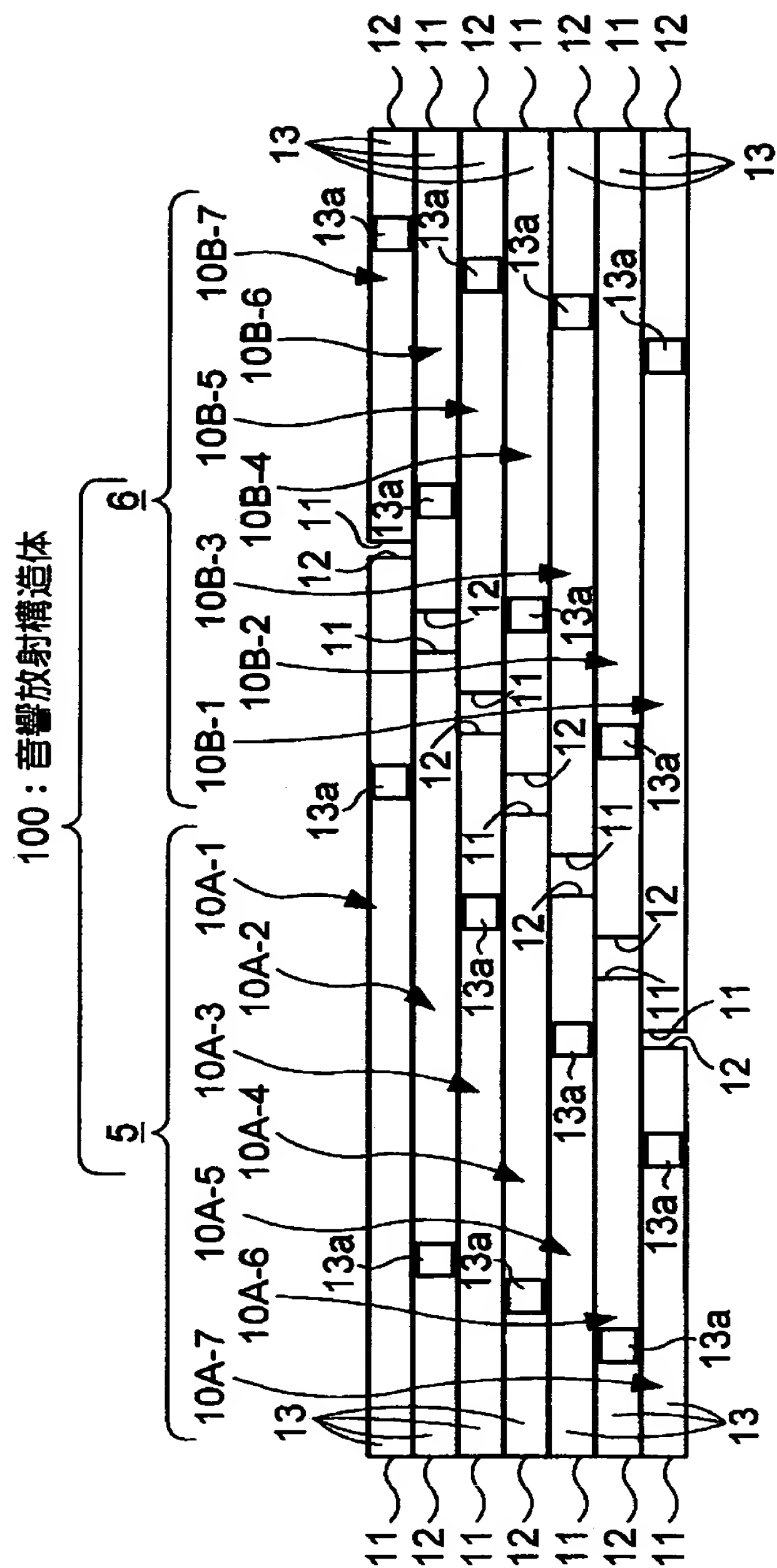
【図 3】



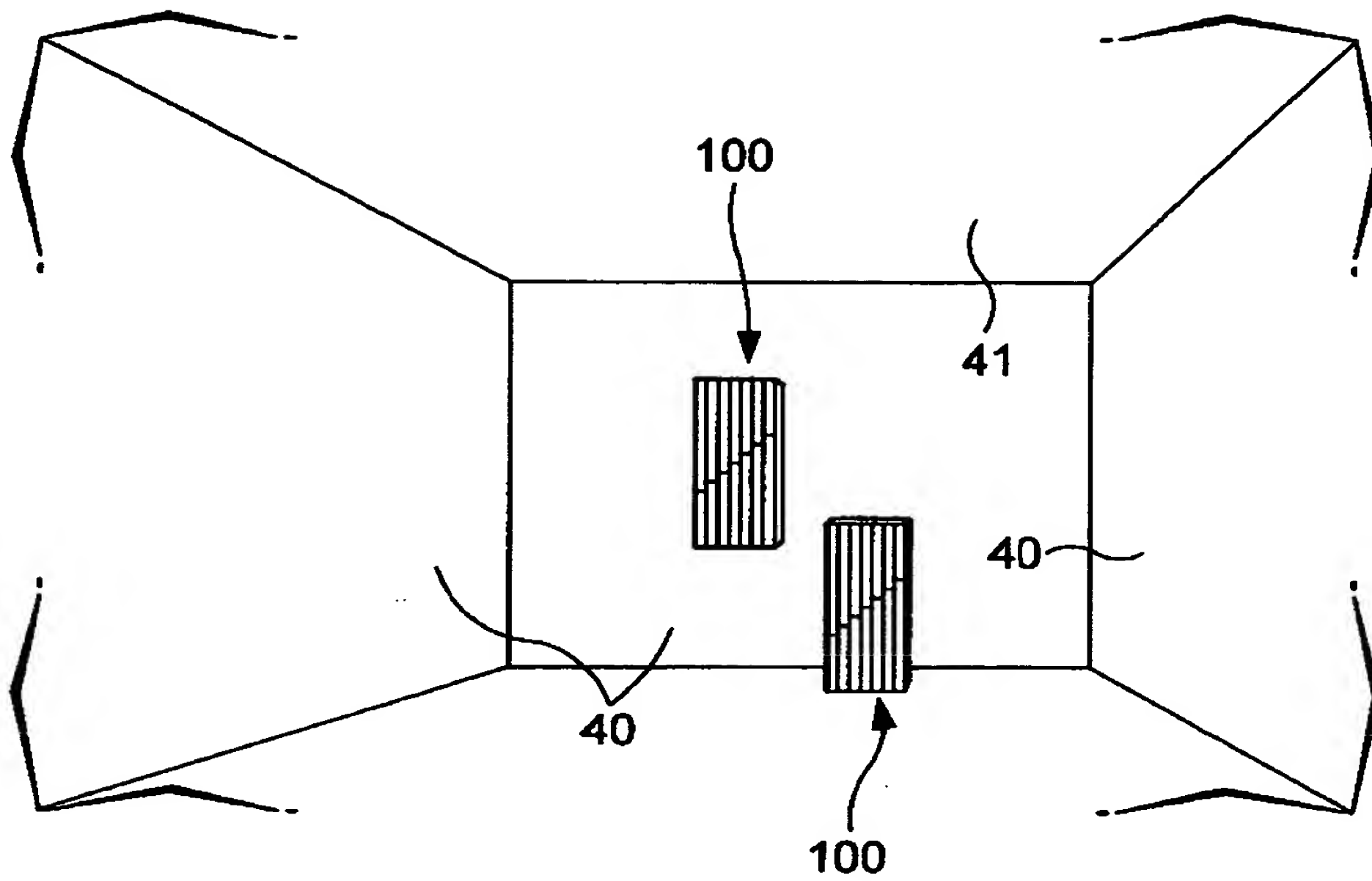
【図 4】



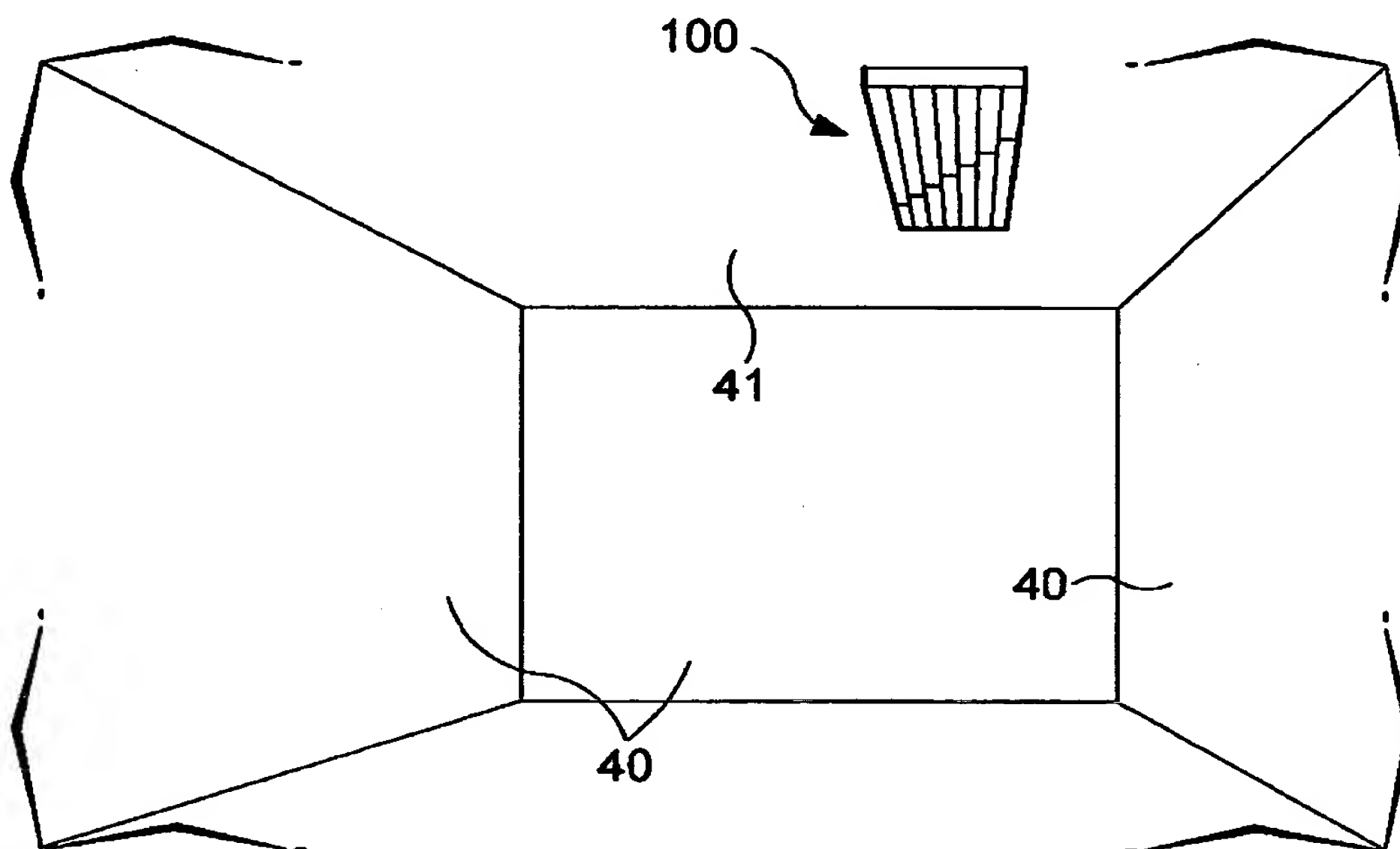
【图 5】



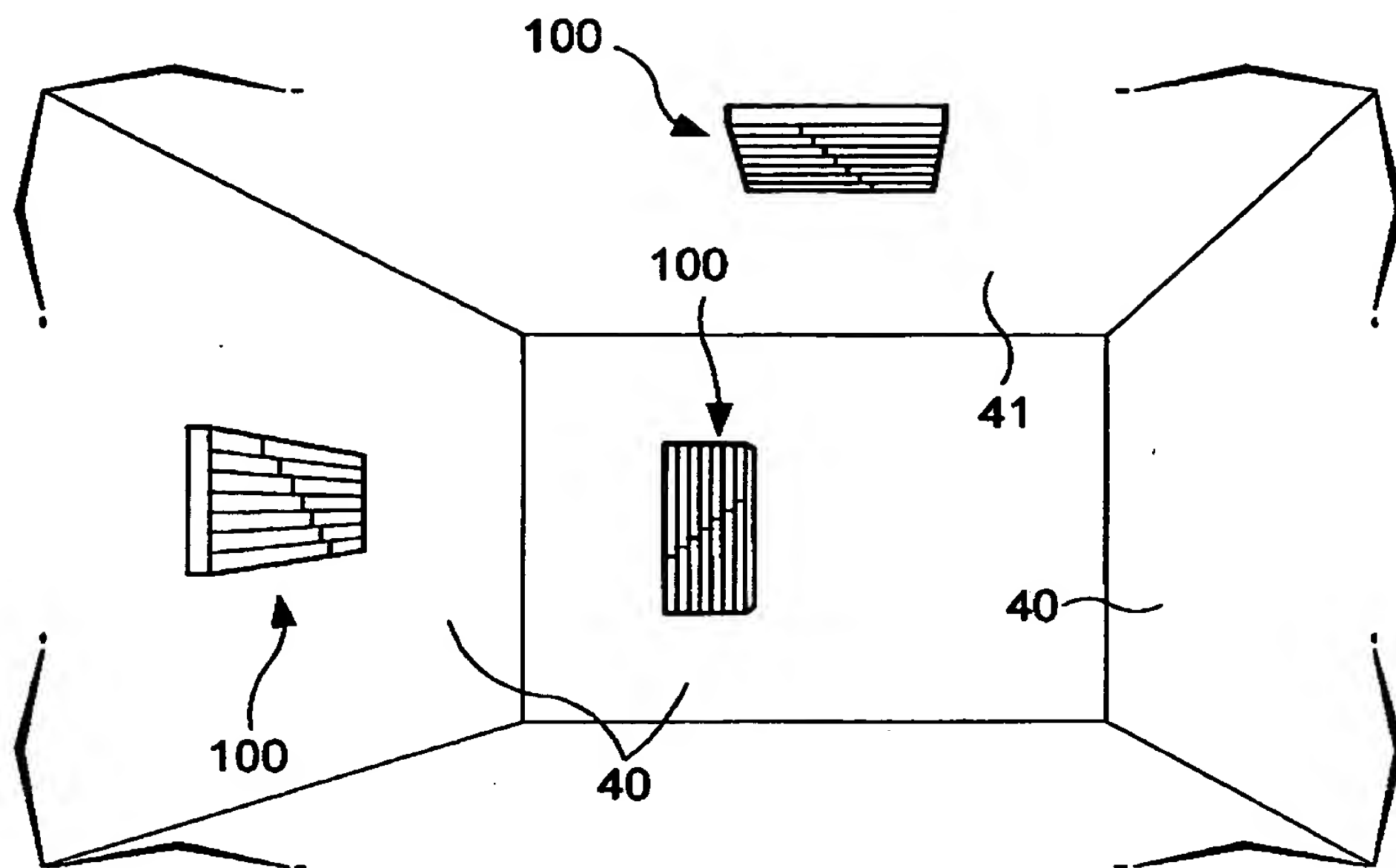
【図6】



【図7】



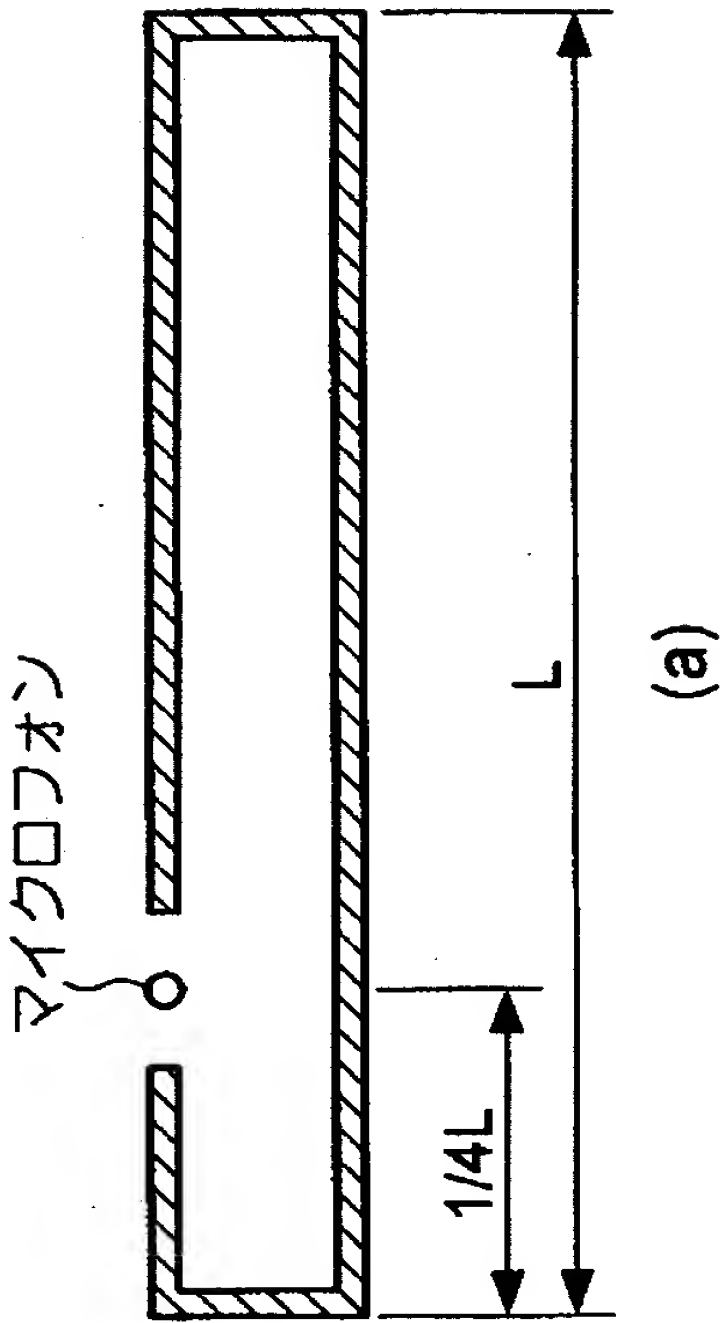
【図 8】



【図 9】

パイプ番号	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5	A6	B6	A7	B7
長さL(mm)	895	850	800	760	720	680	640	605	565	530	500	470	445	425
f(Hz)	95	100	106	112	118	125	133	140	150	160	170	181	191	200
f-S(Hz)	380	400	425	447	472	500	531	562	602	642	680	723	764	800
f-L(Hz)	253	267	283	298	315	333	354	375	401	428	453	482	509	533

【図 1 0】

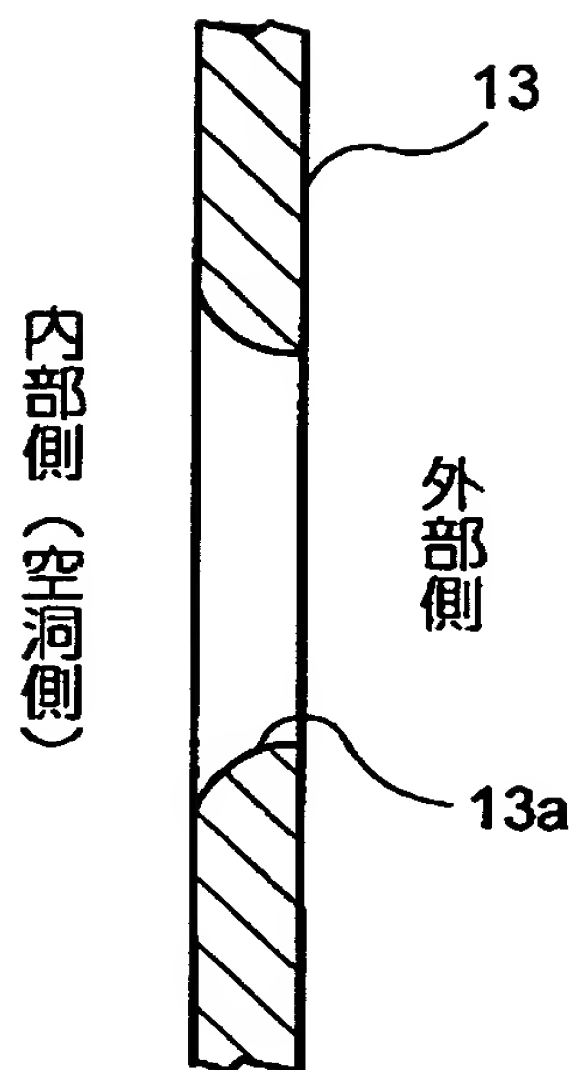


パイプ番号	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5	A6	B6	A7	B7
f-L'(Hz)	127	133	142	149	157	167	177	187	201	214	227	241	255	267
測定値f1(Hz)	120	135	140	145	150	180	190	180	185	210	225	225	230	235
測定値f2(Hz)	350	350	360	395	390	410	445	490	515	500	510	570	550	610
測定値f3(Hz)	850	1000	1100	1200	1000	1100	1350	1250	1600	1000	1400	1500	1200	1800

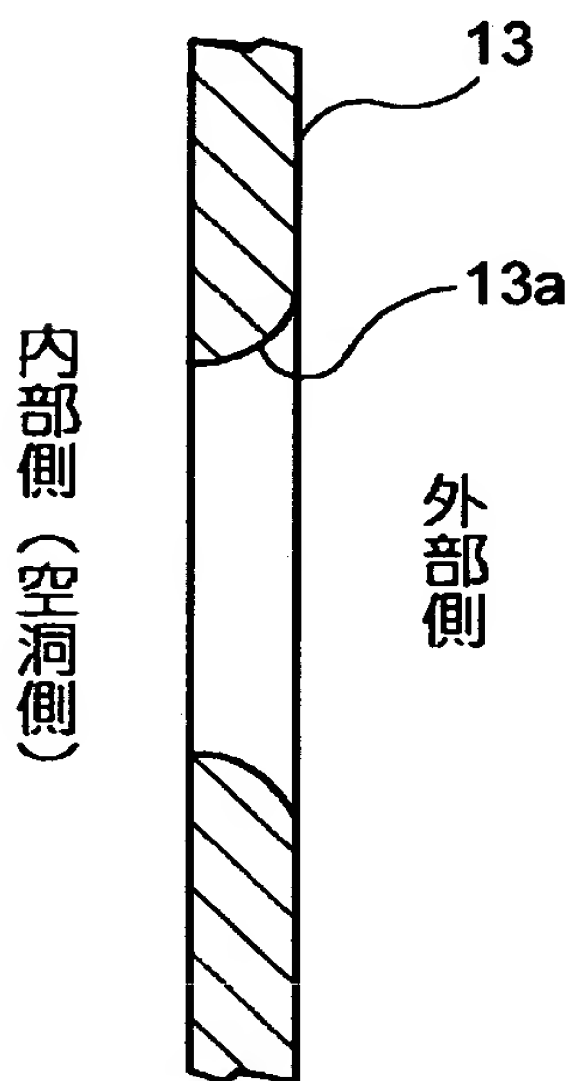
(b)



【図 1 1】

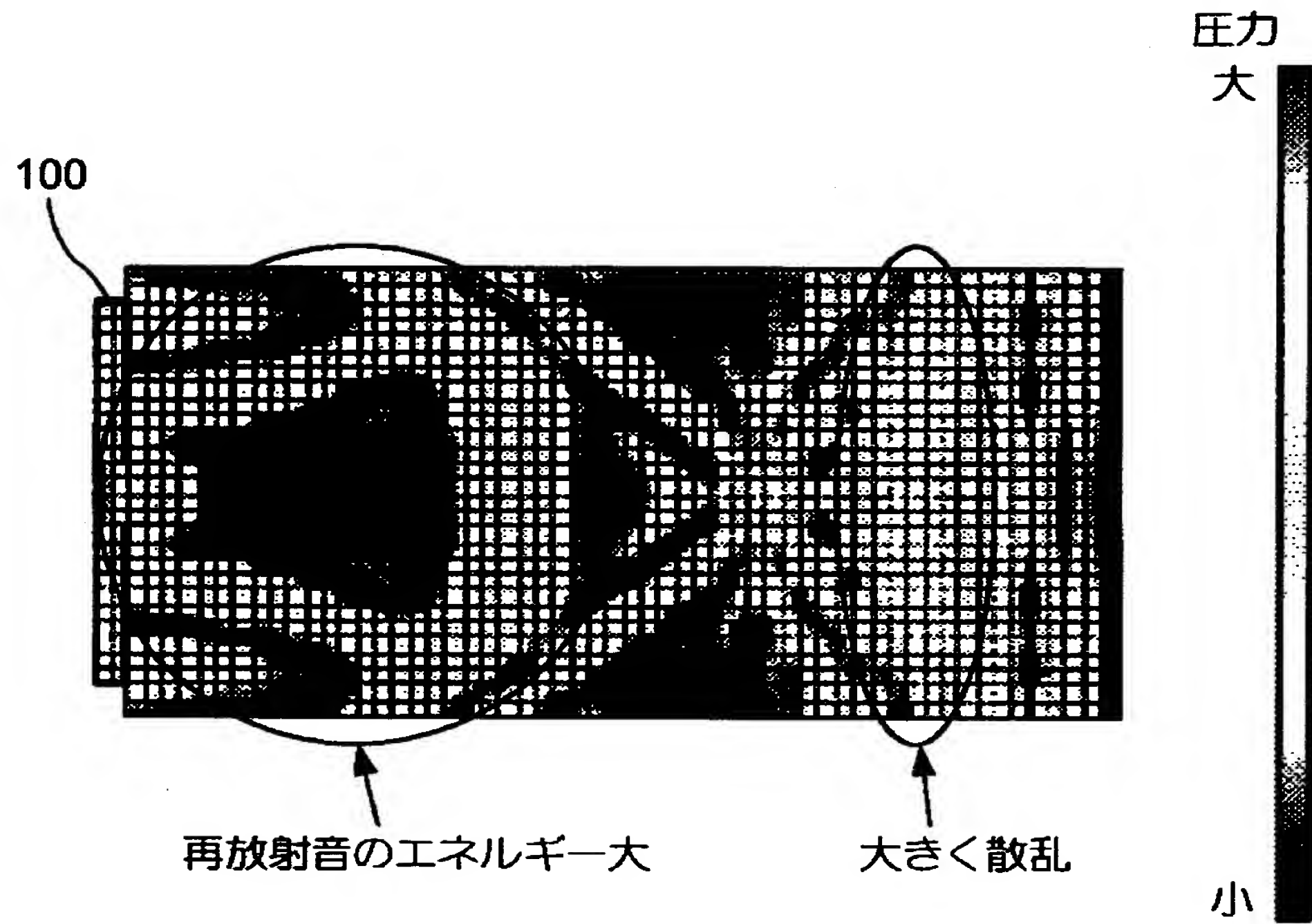


(a) 内部側の曲面処理

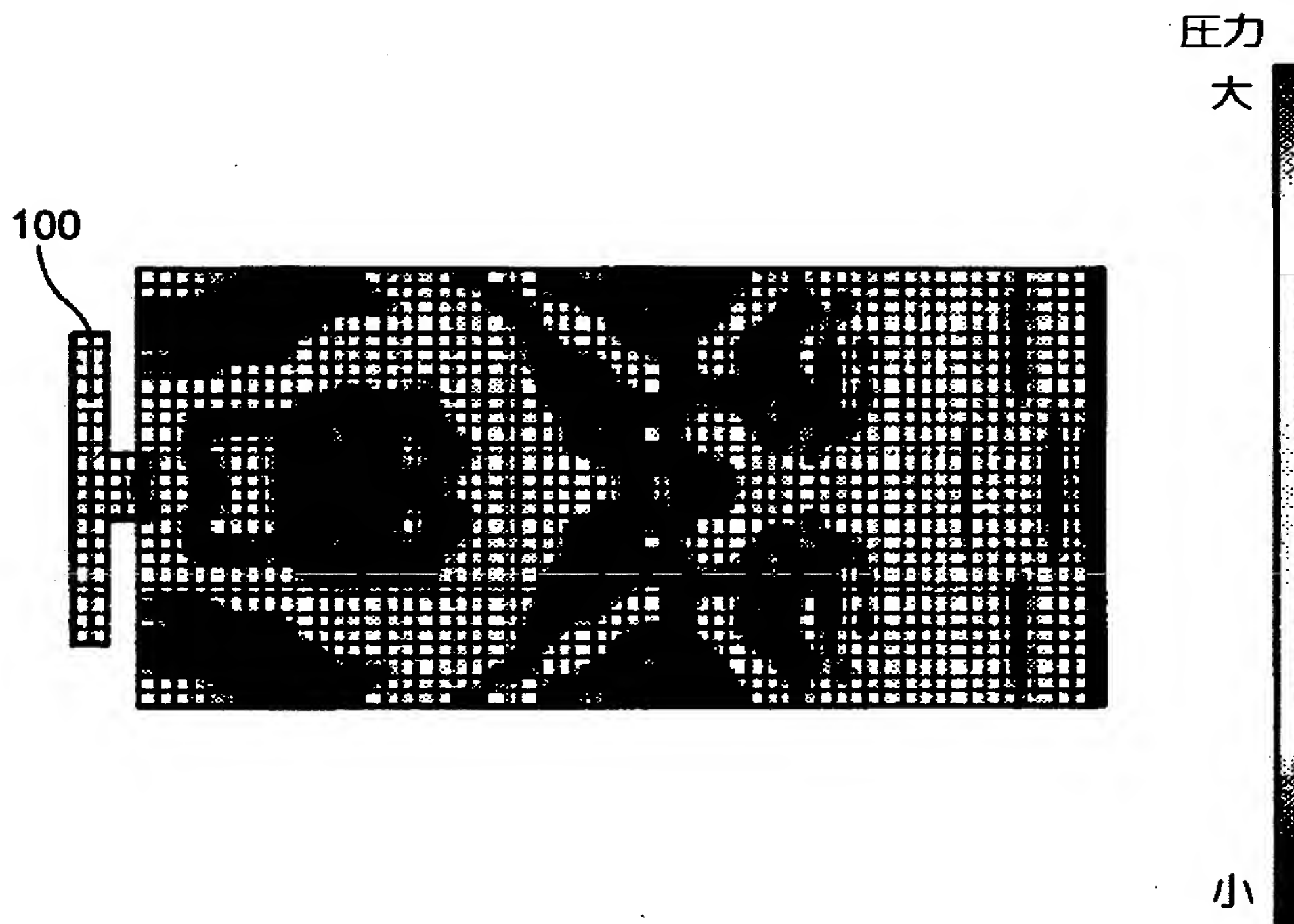


(b) 外部側の曲面処理

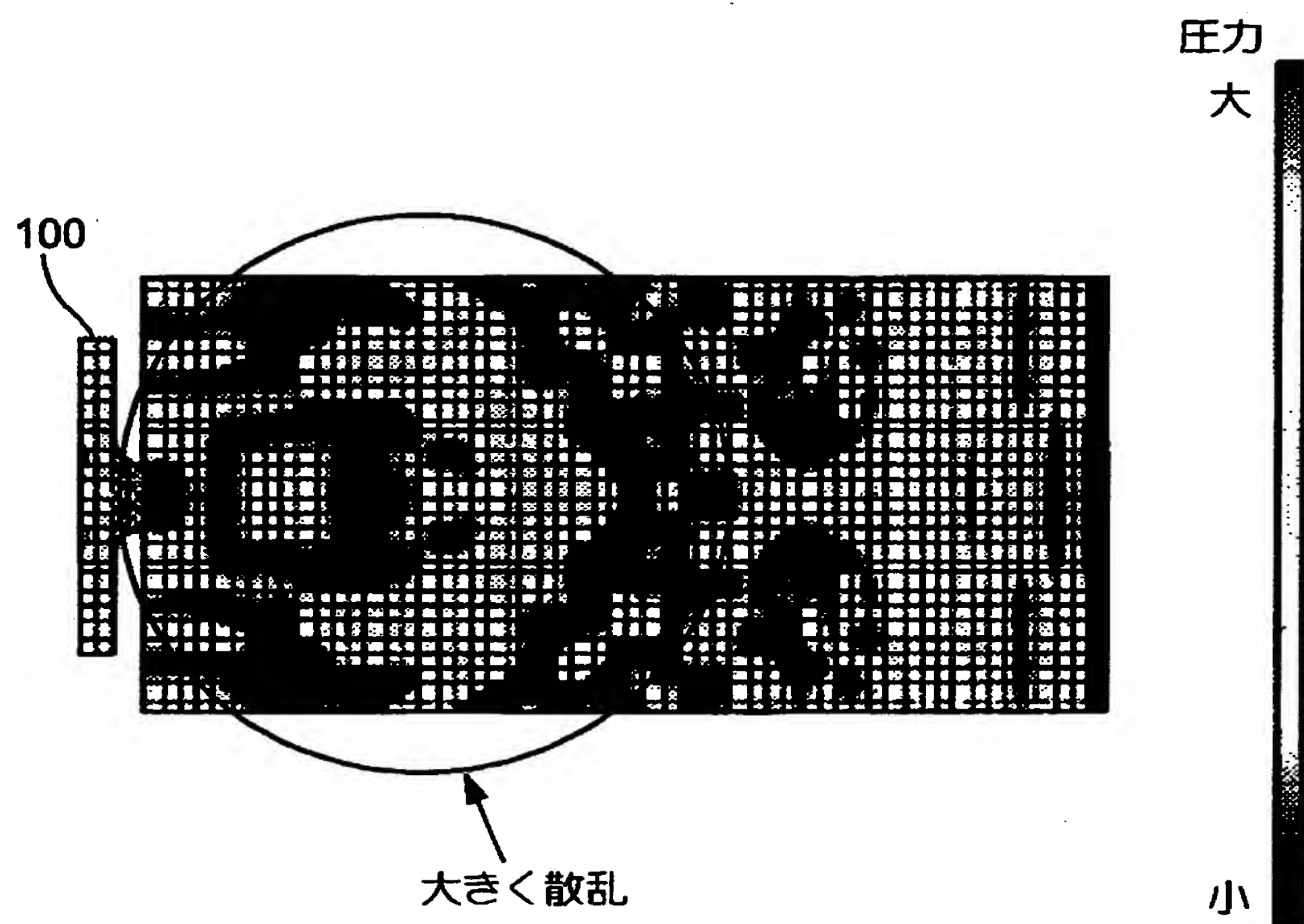
【図 1 2】



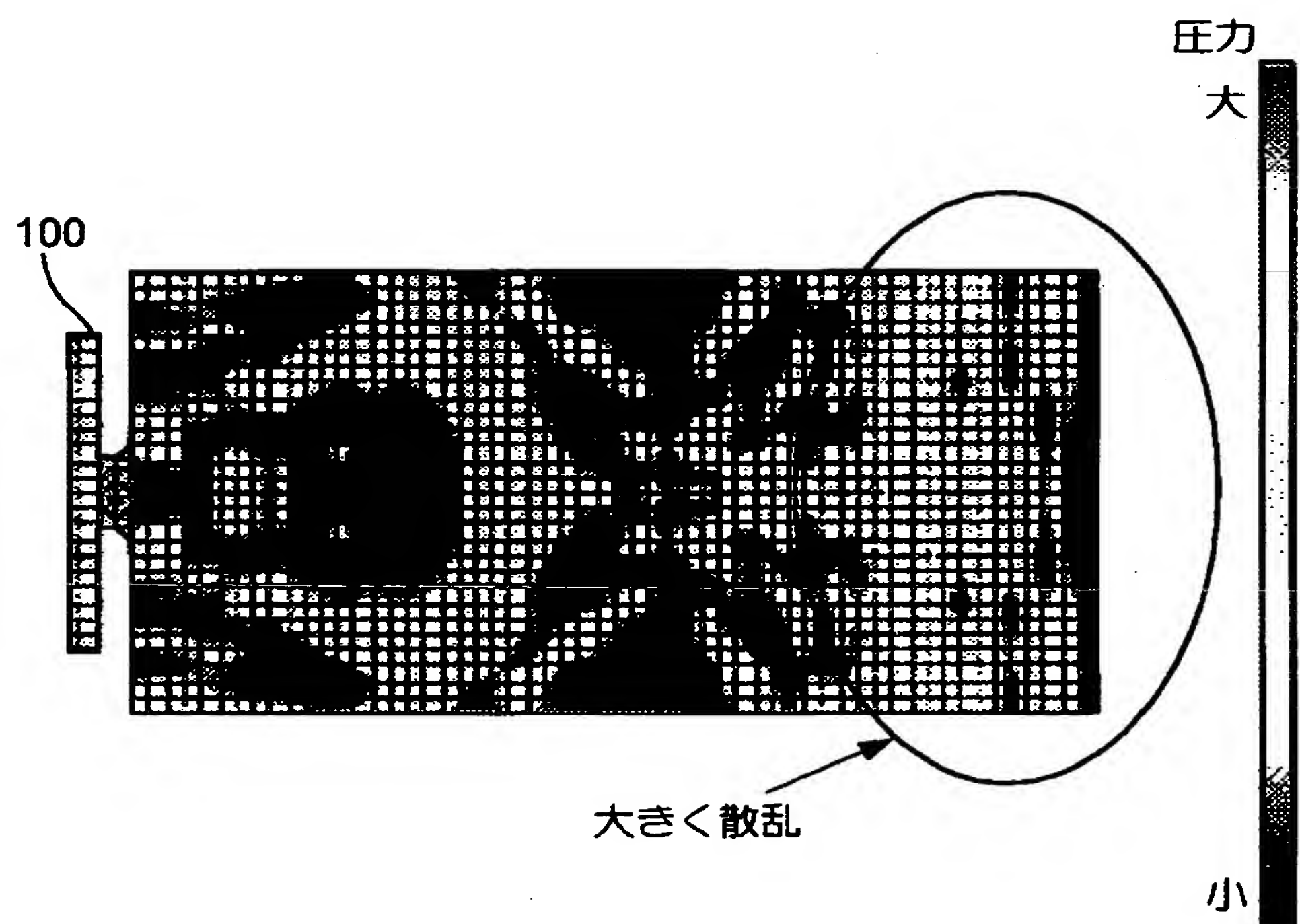
【図 1 3】



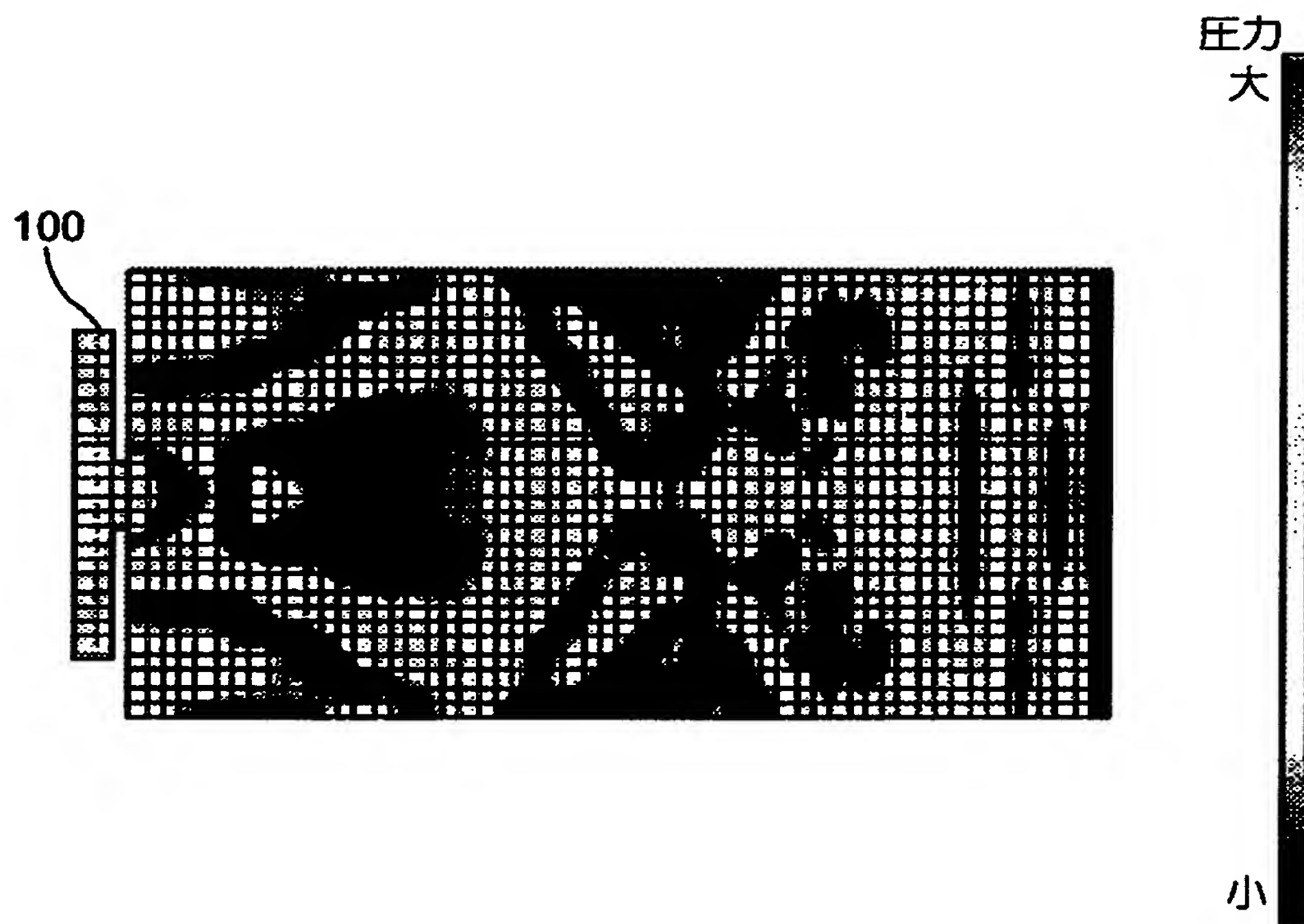
【図 1 4】



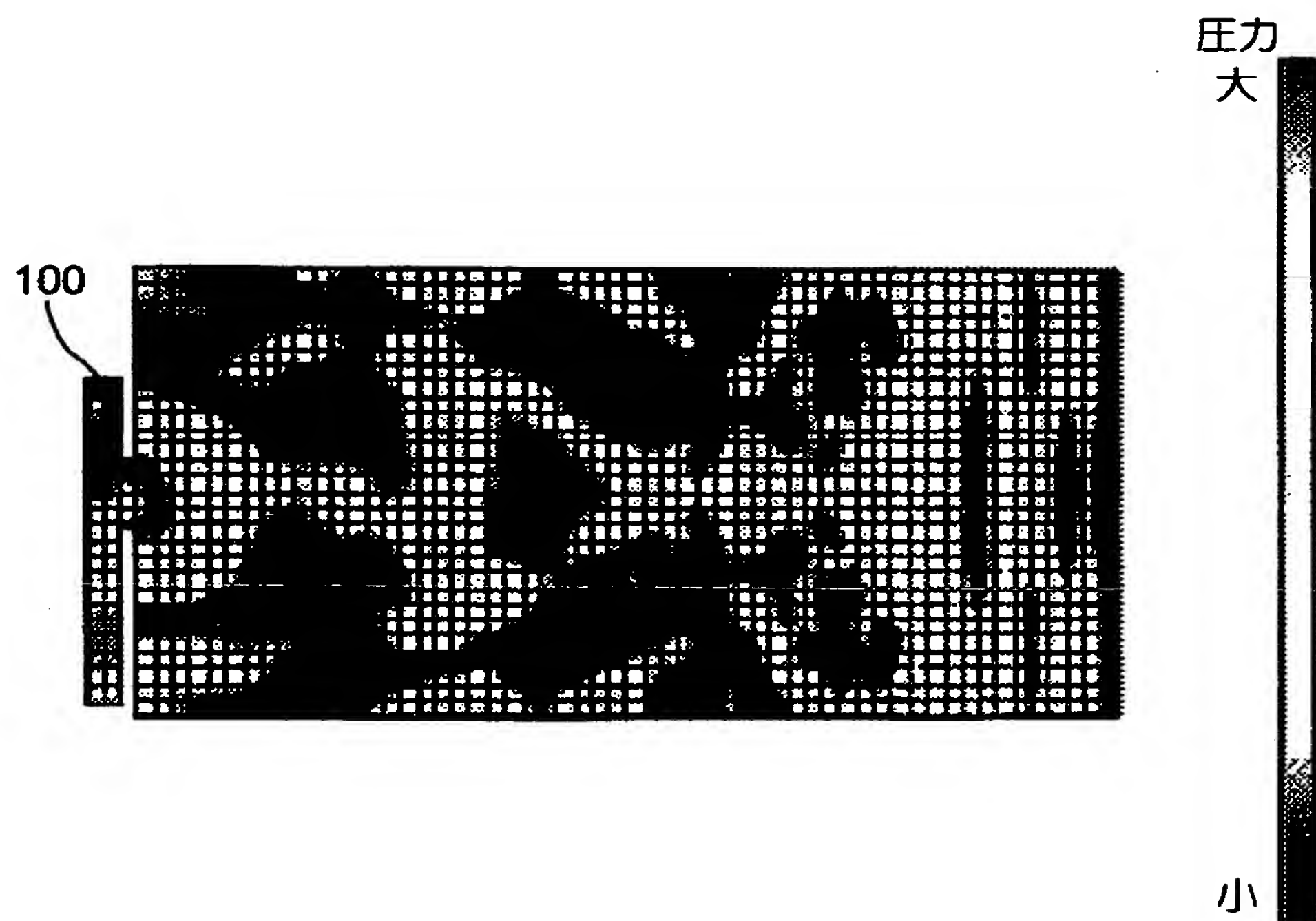
【図 1 5】



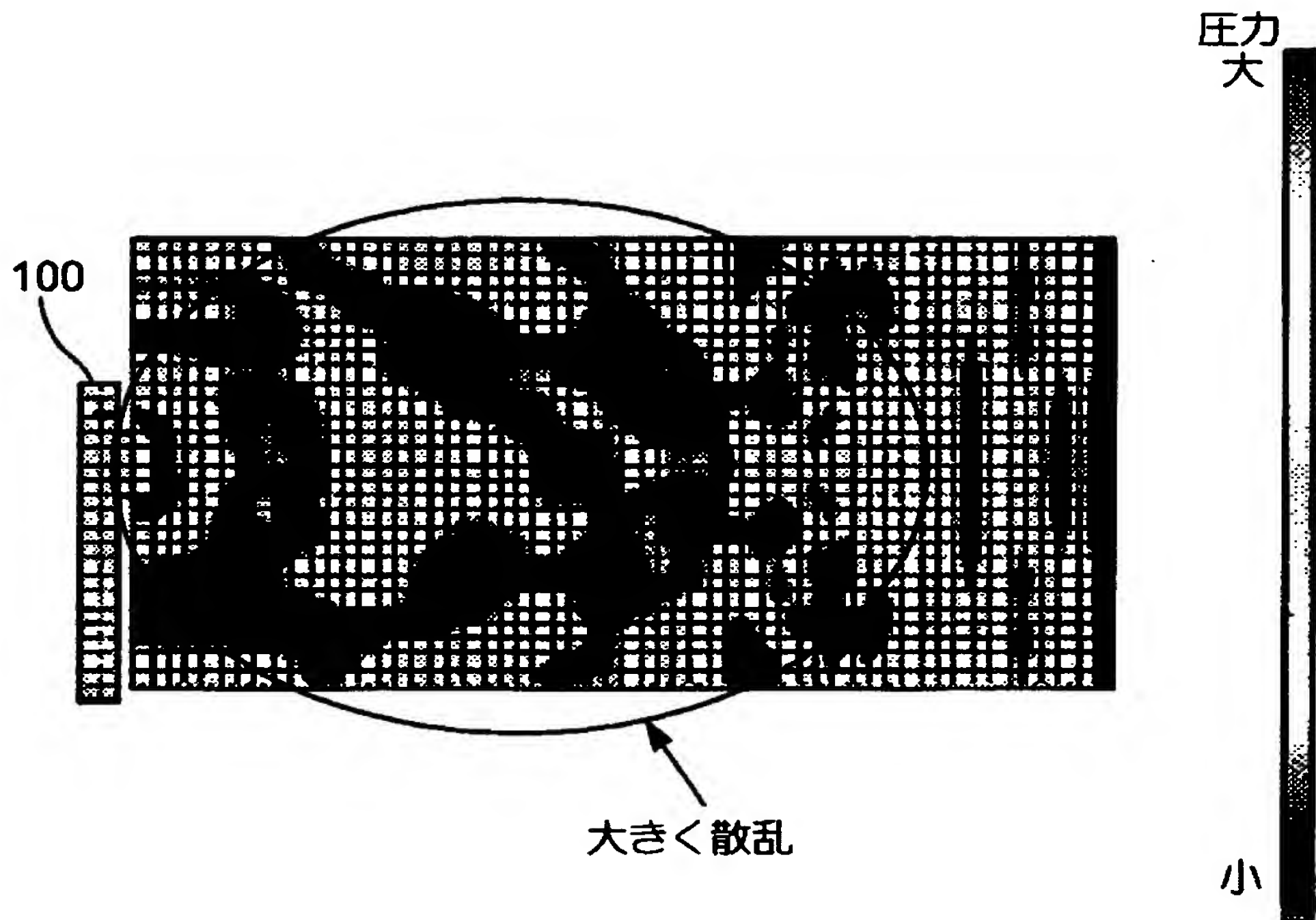
【図 1 6】



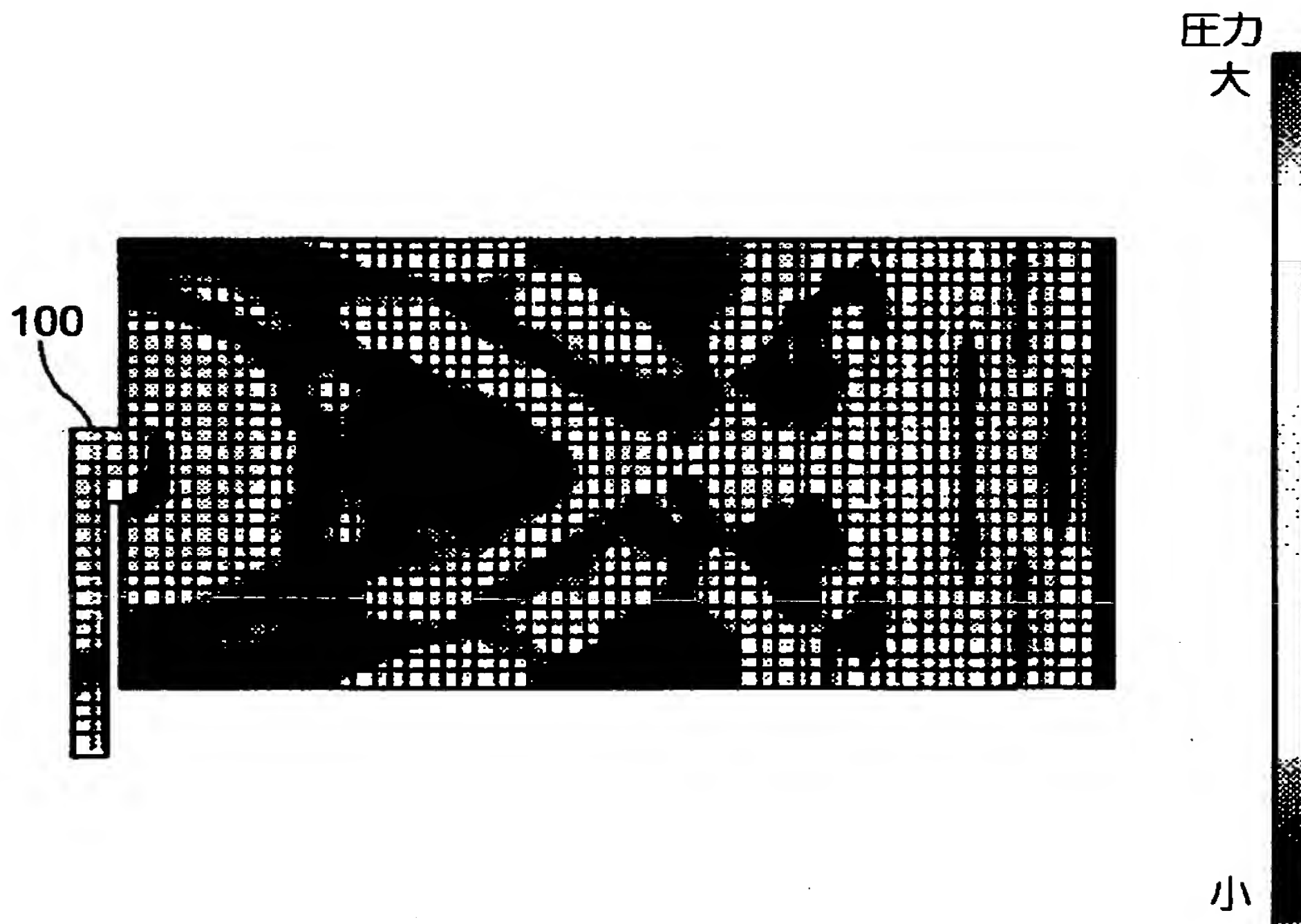
【図 1 7】



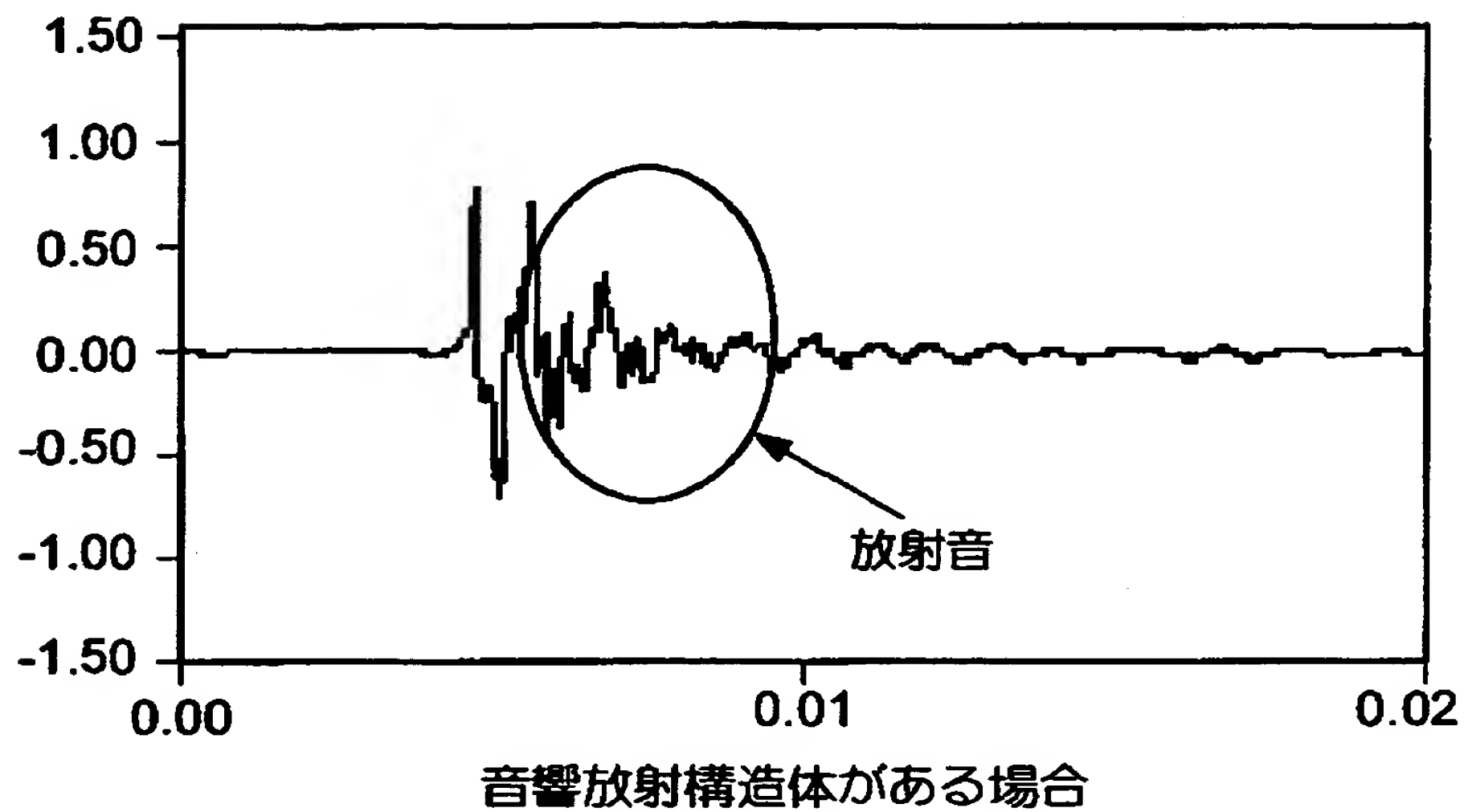
【図18】



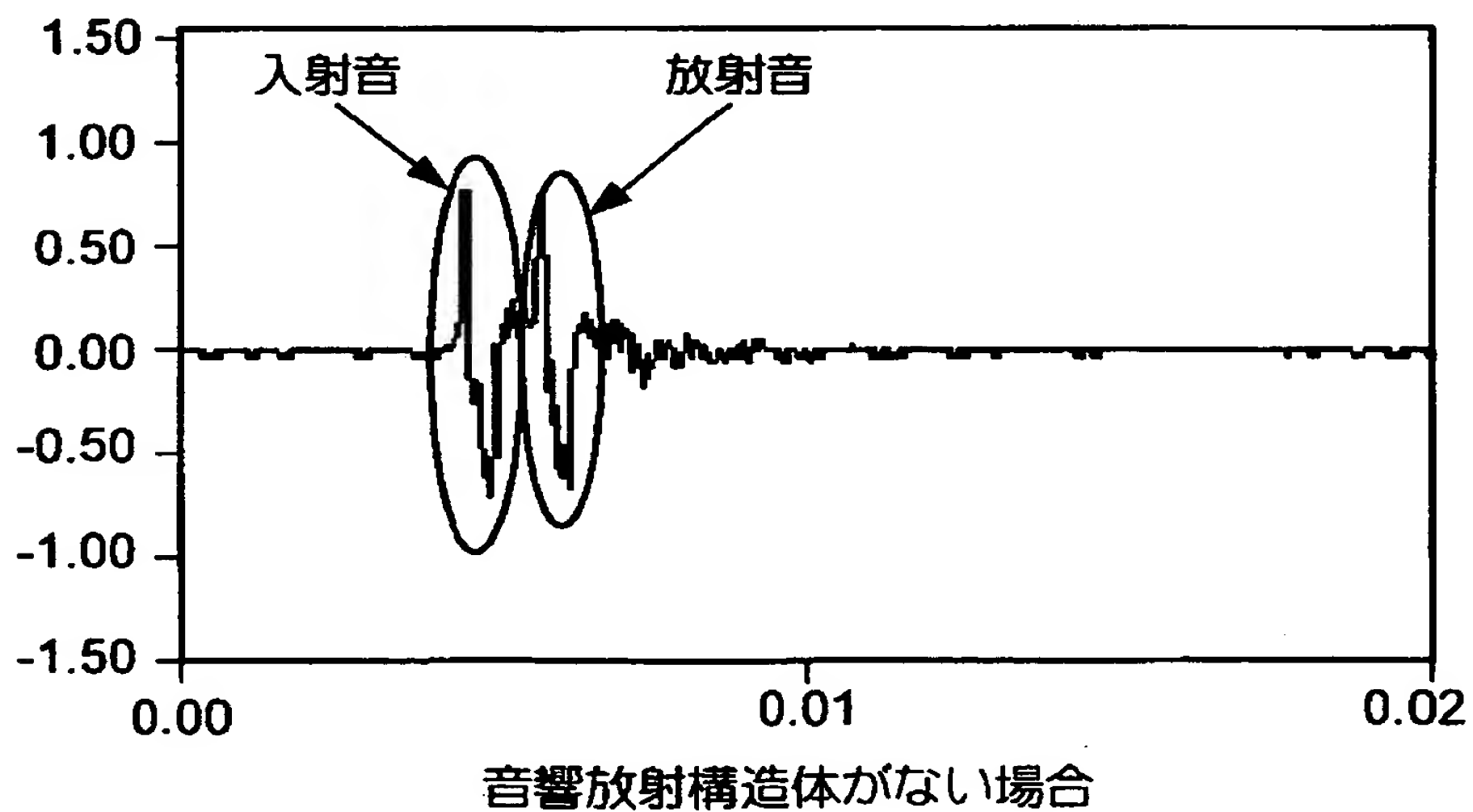
【図19】



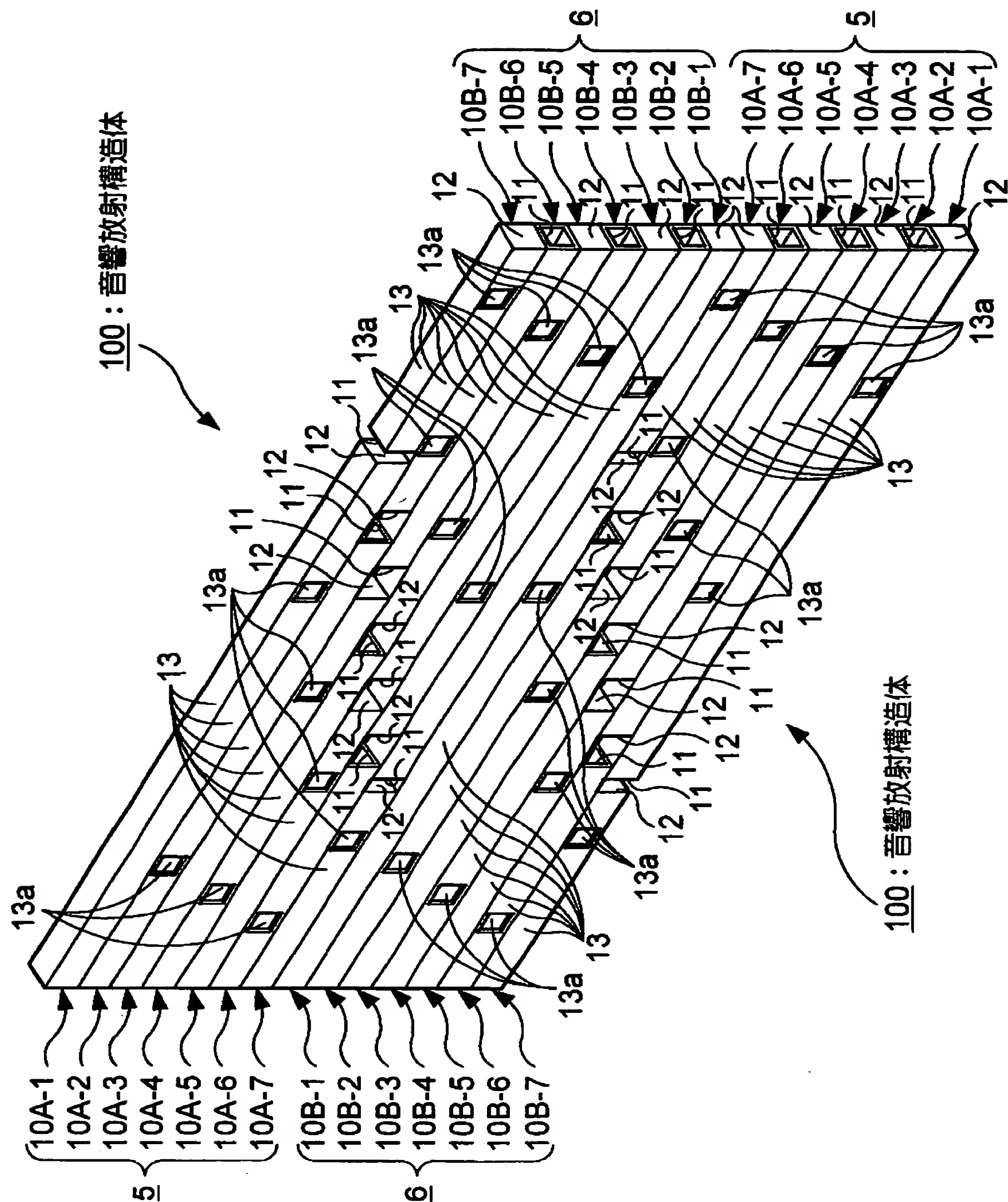
【図 2 0】



【図 2 1】

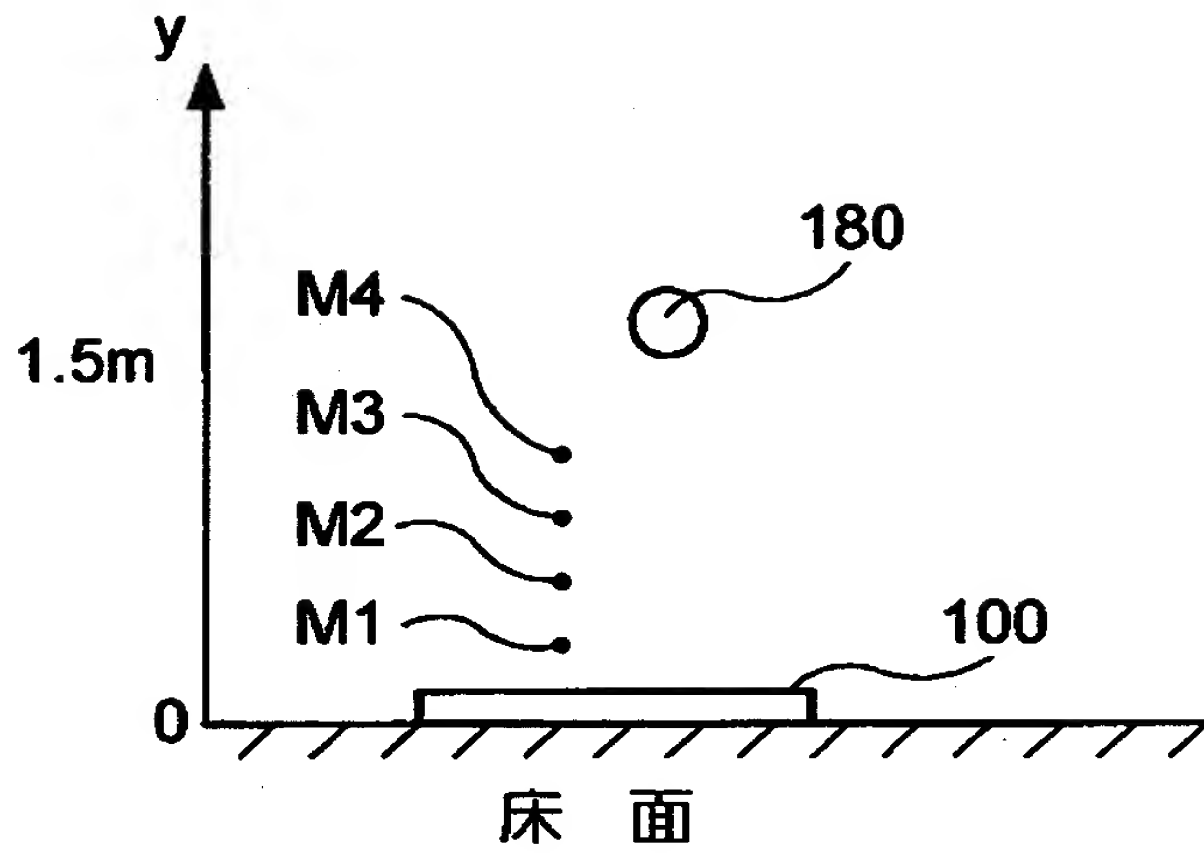


【図 2 2】

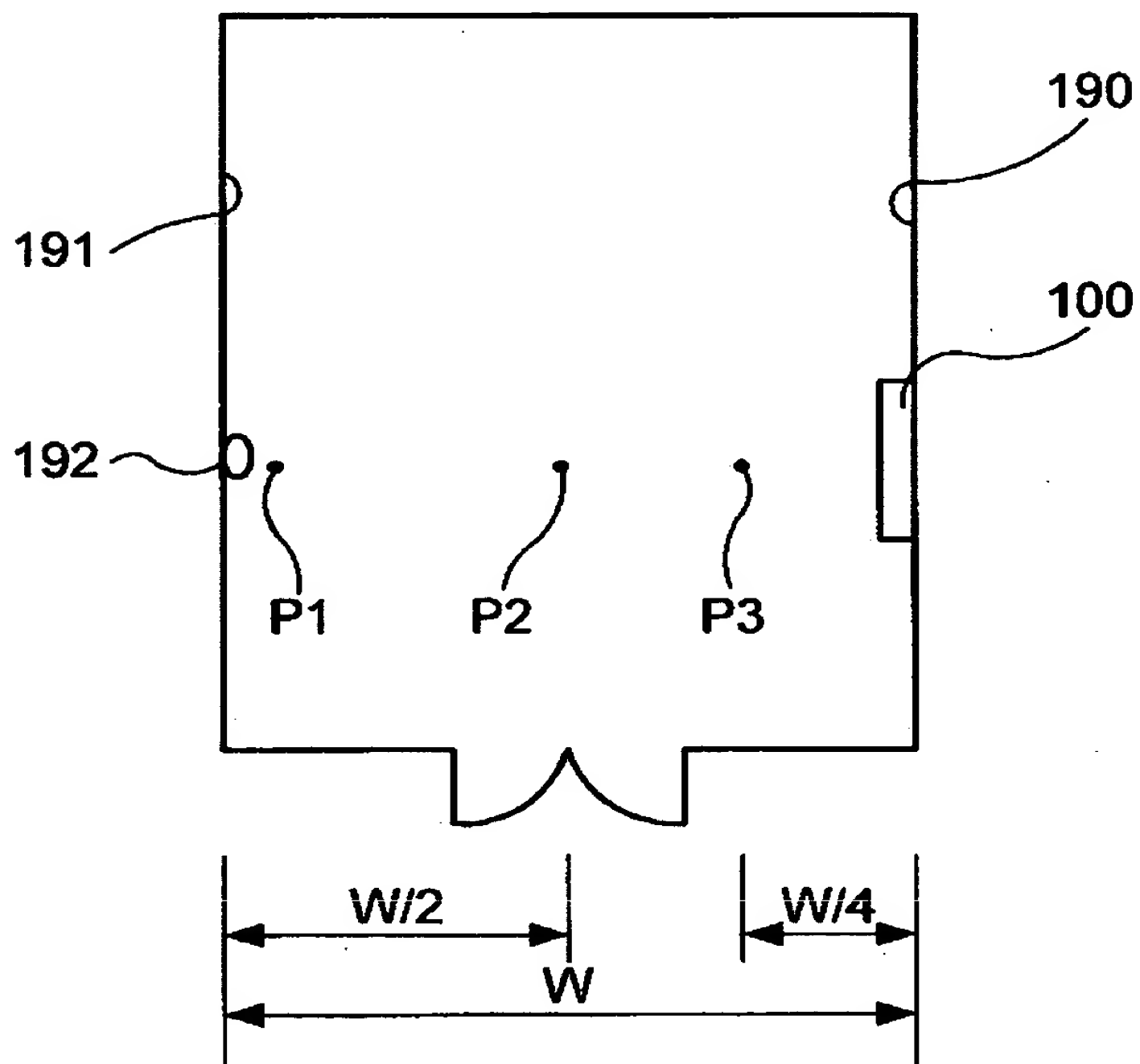




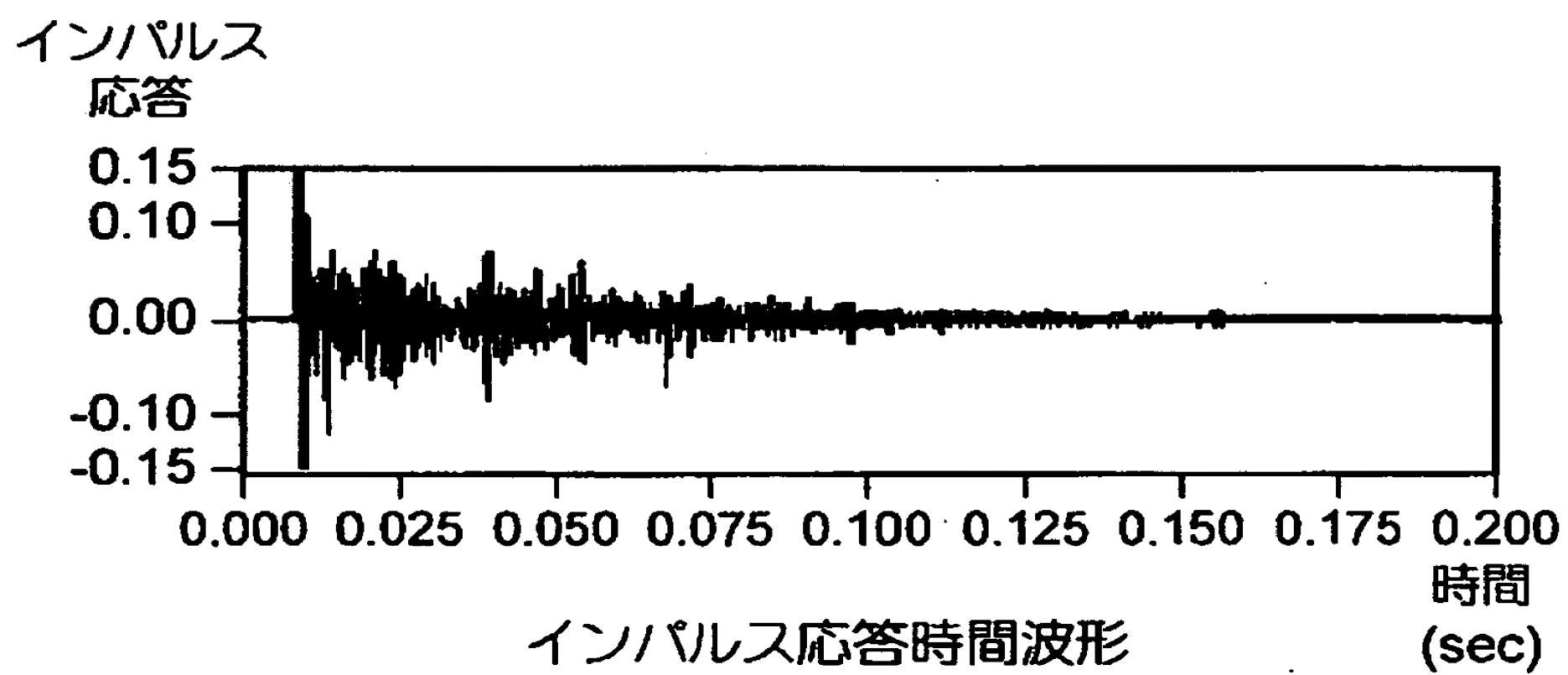
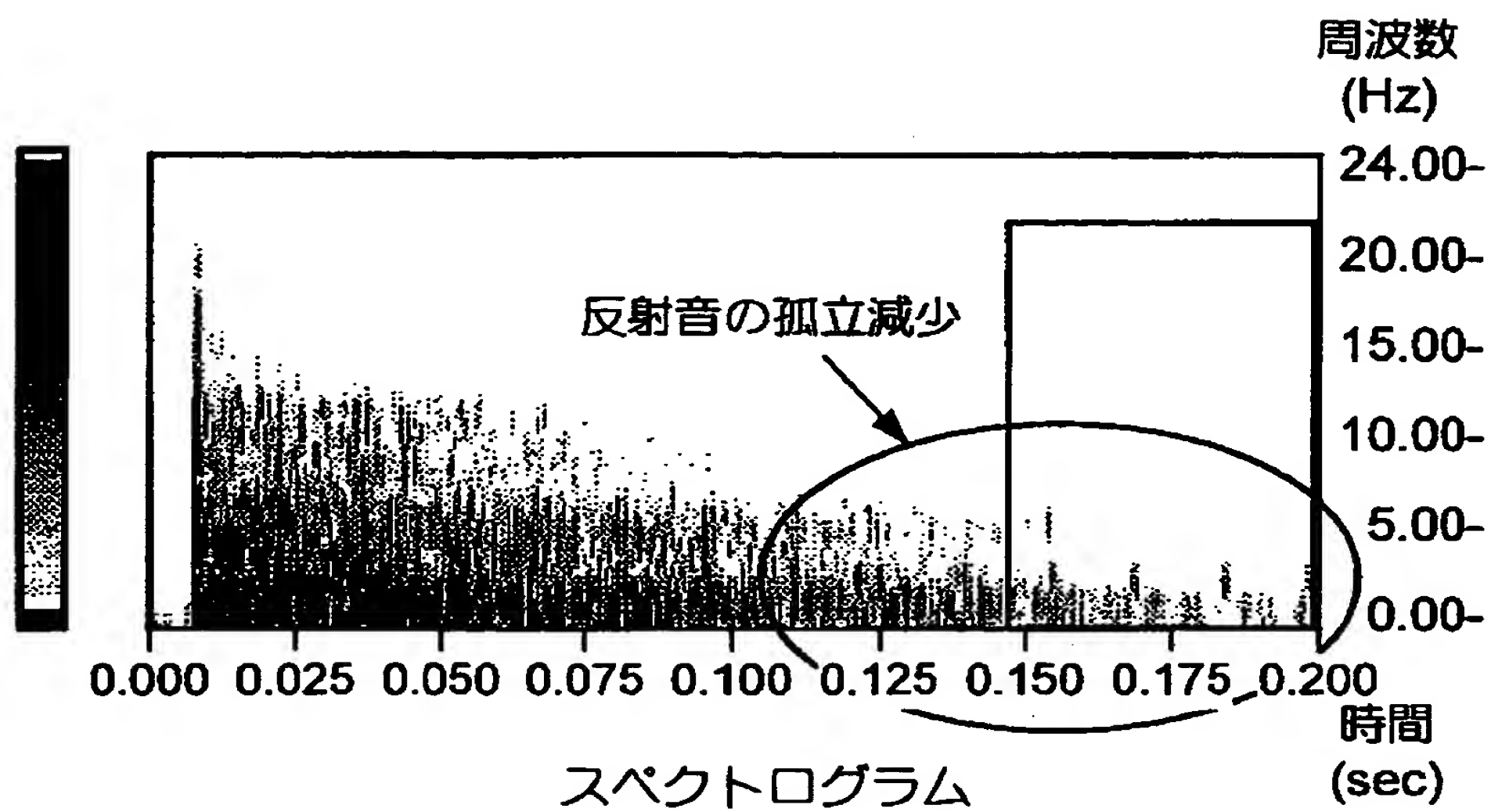
【図 2 3】



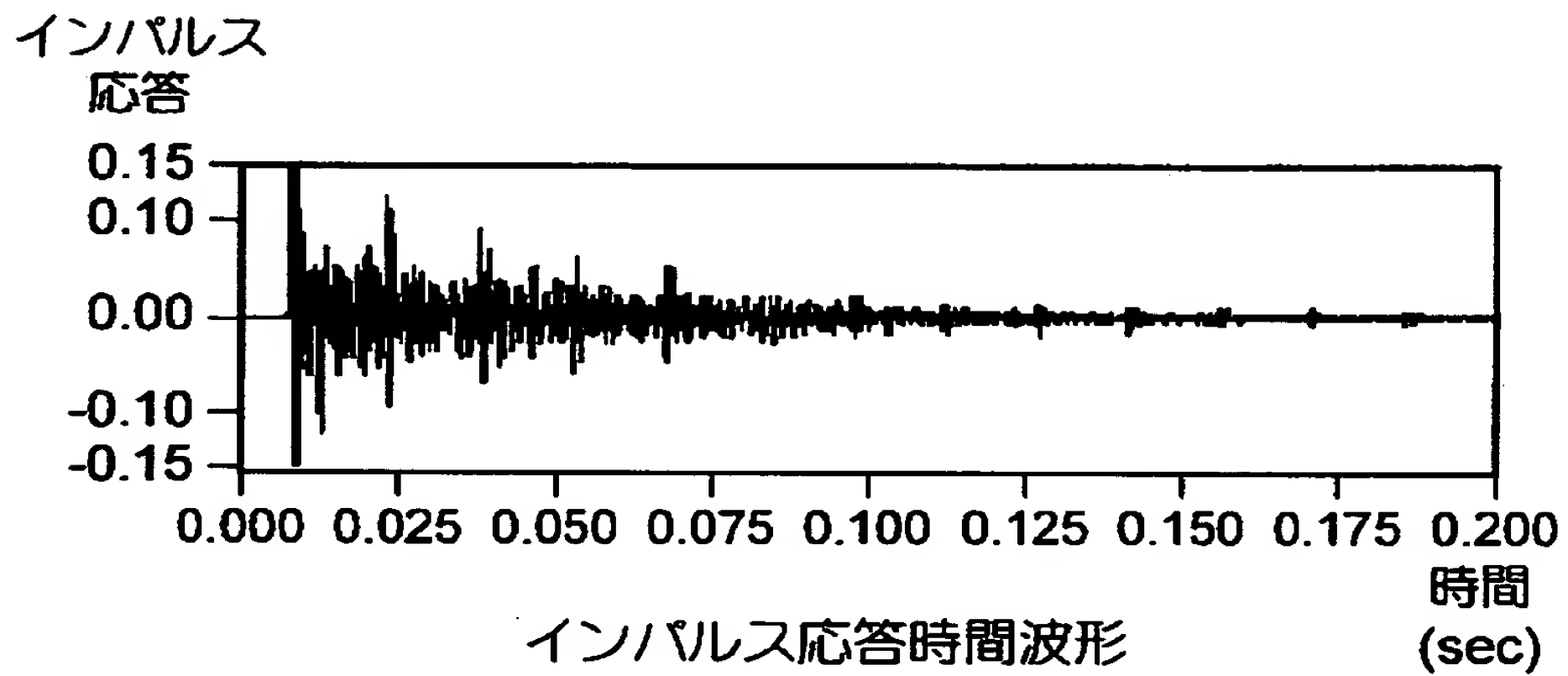
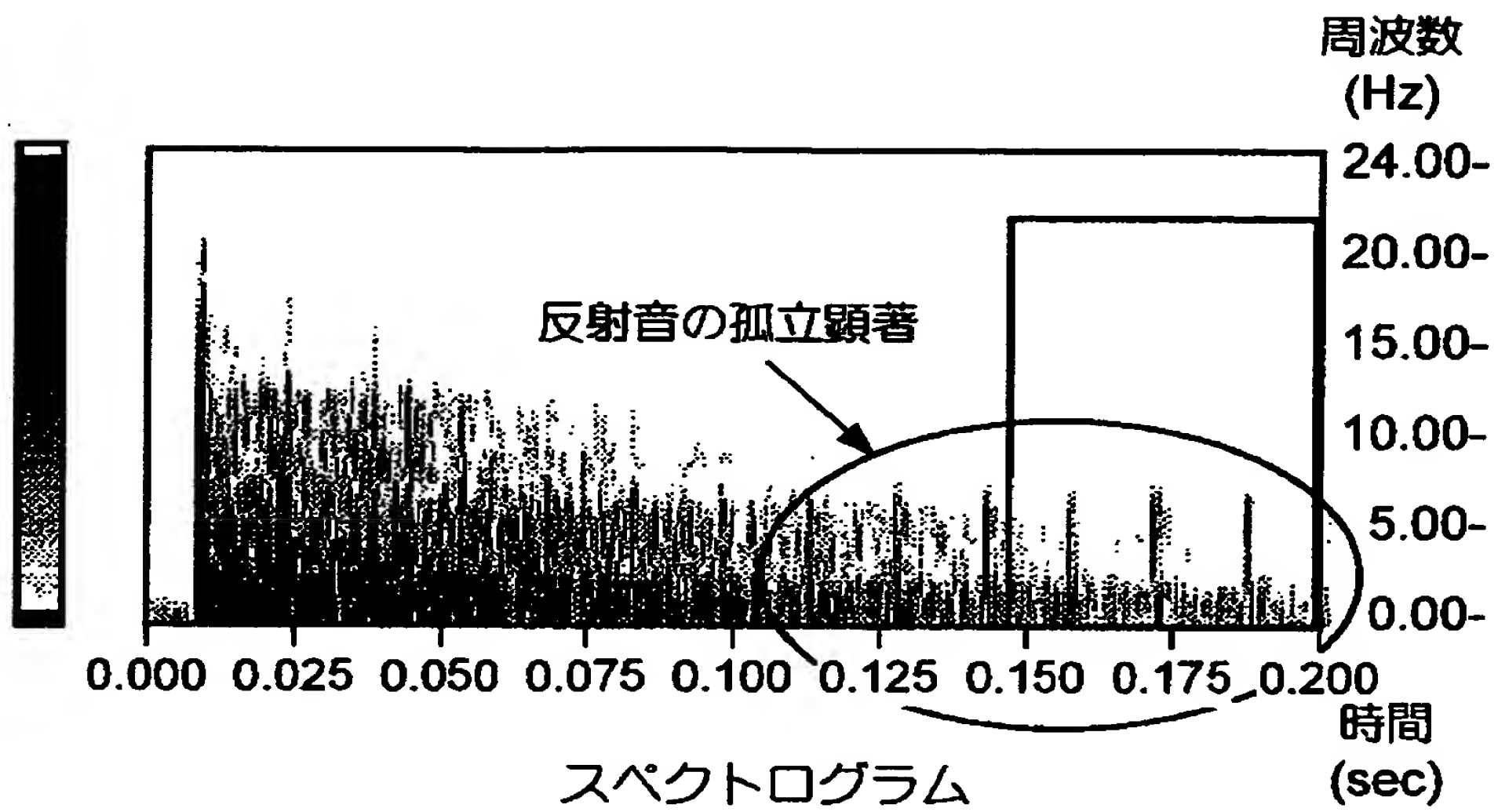
【図 2 4】



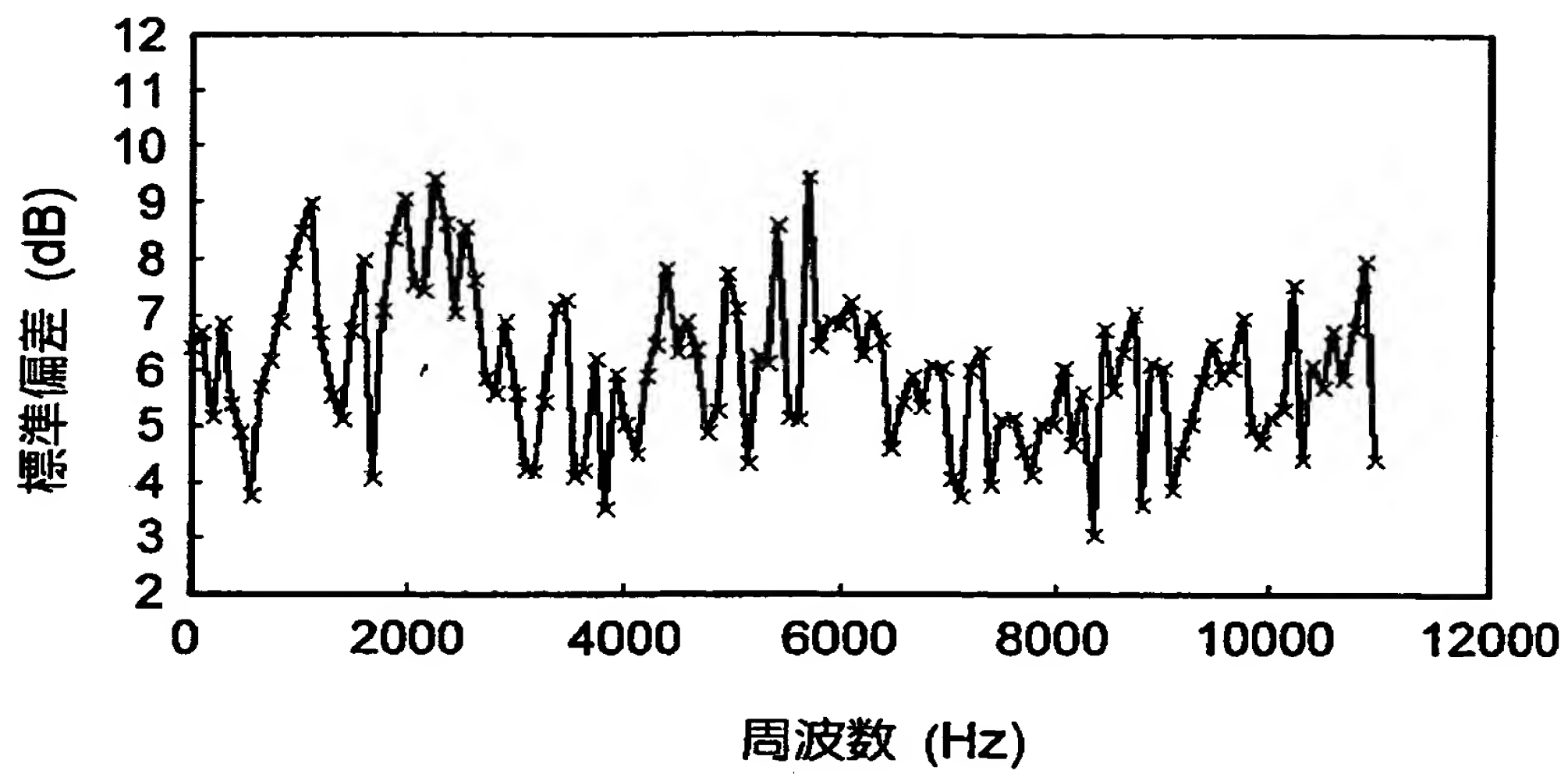
【図 2 5】



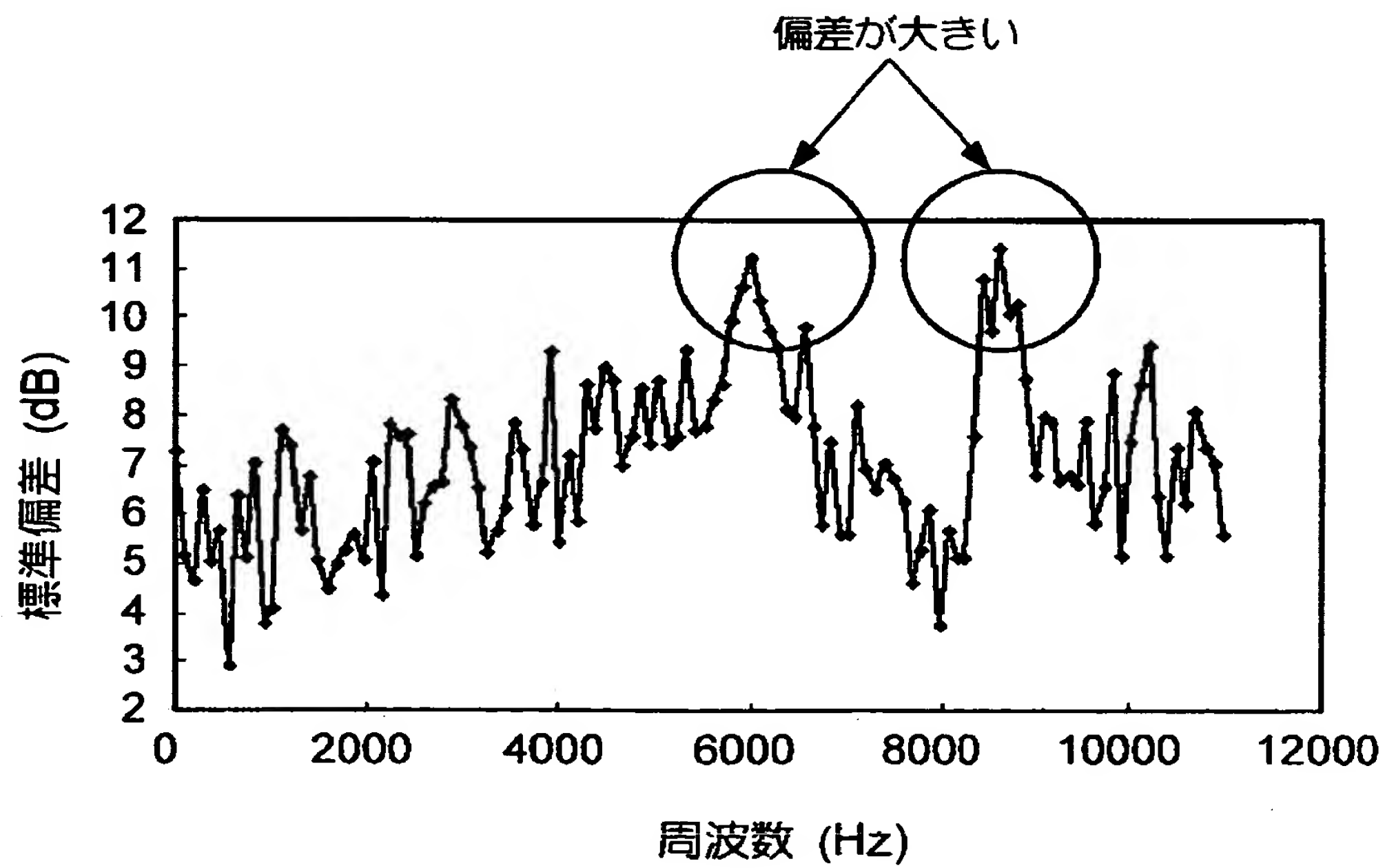
【図 2 6】



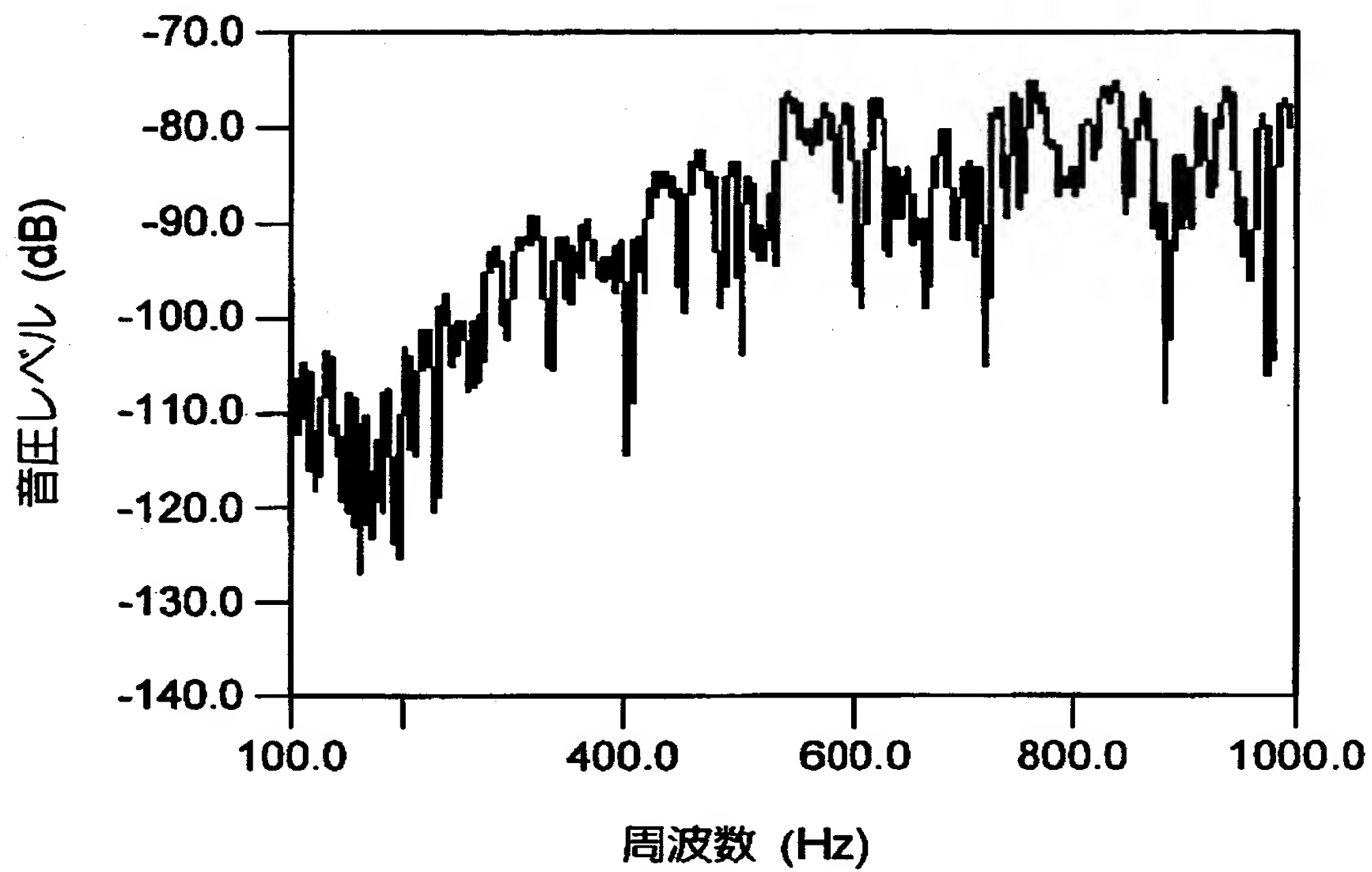
【図 2 7】



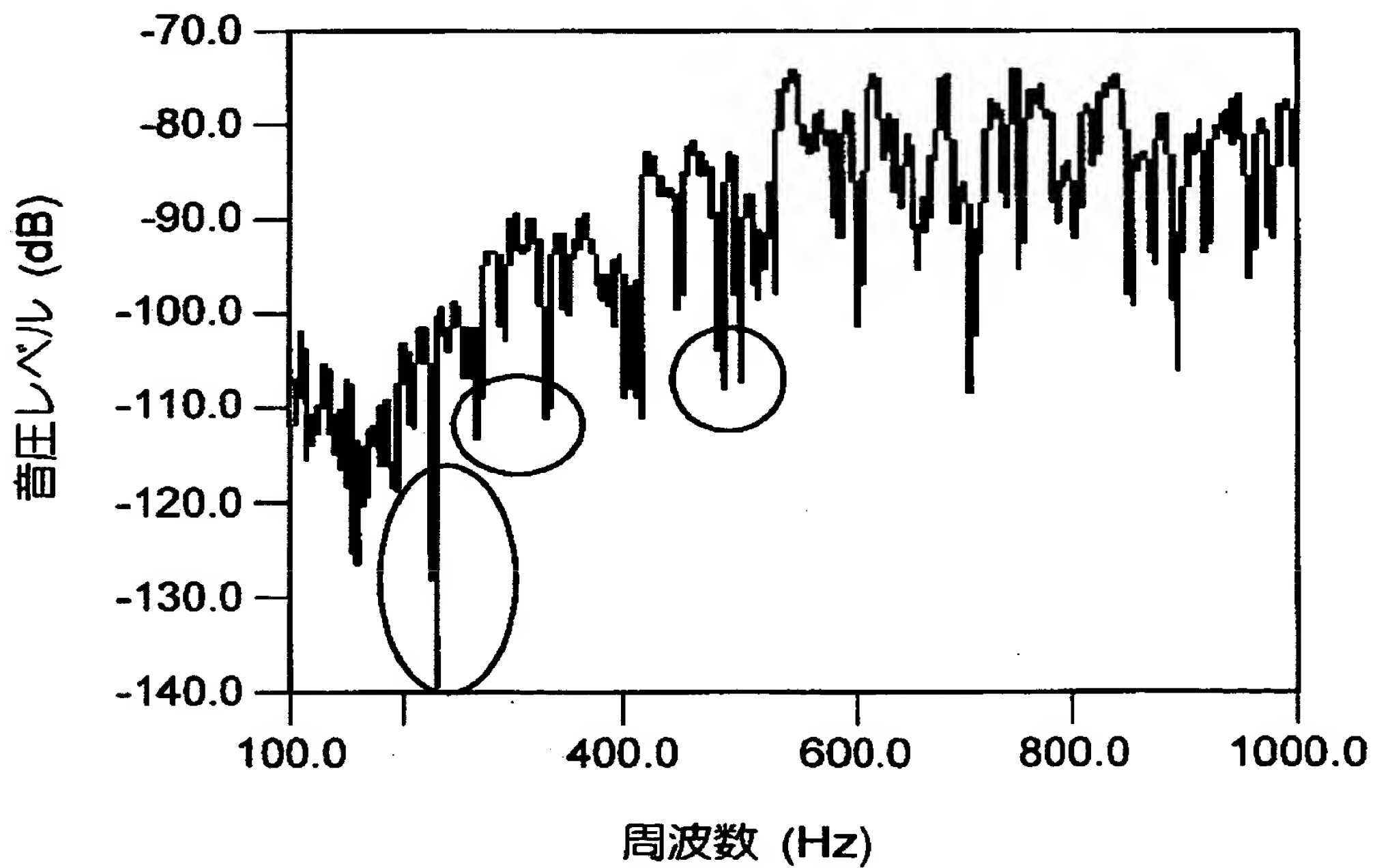
【図 2 8】



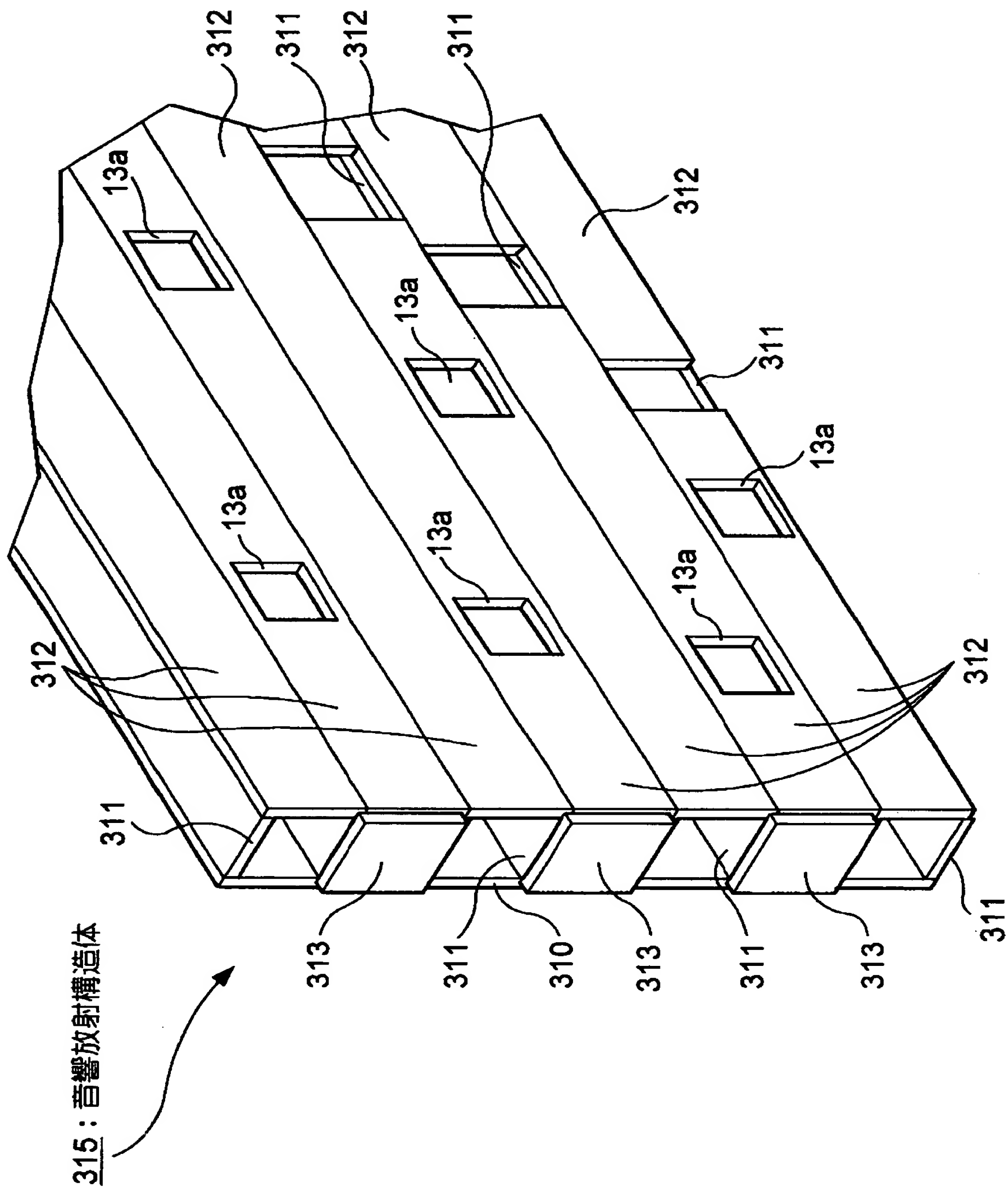
【図 2 9】



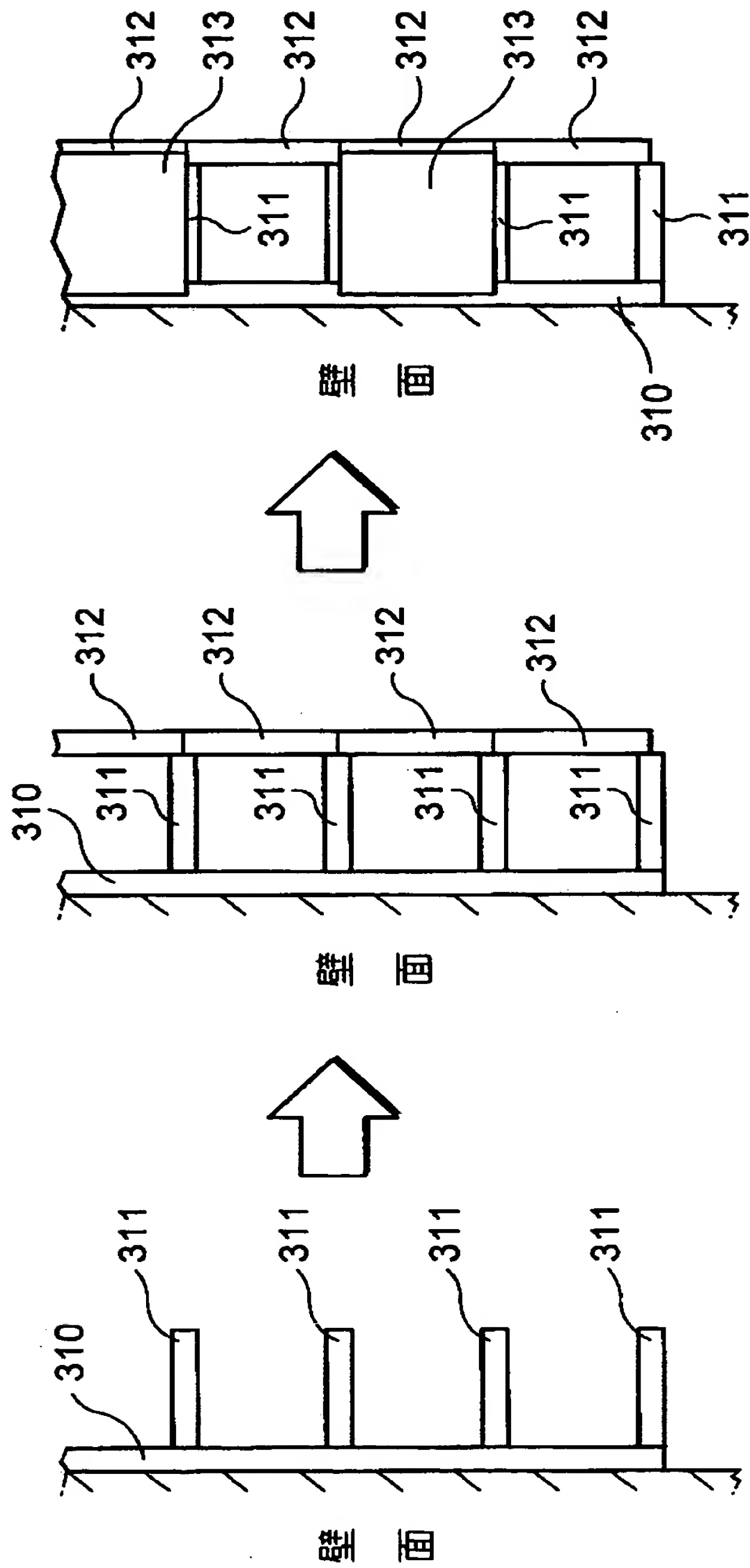
【図 3 0】



【図 3 1】

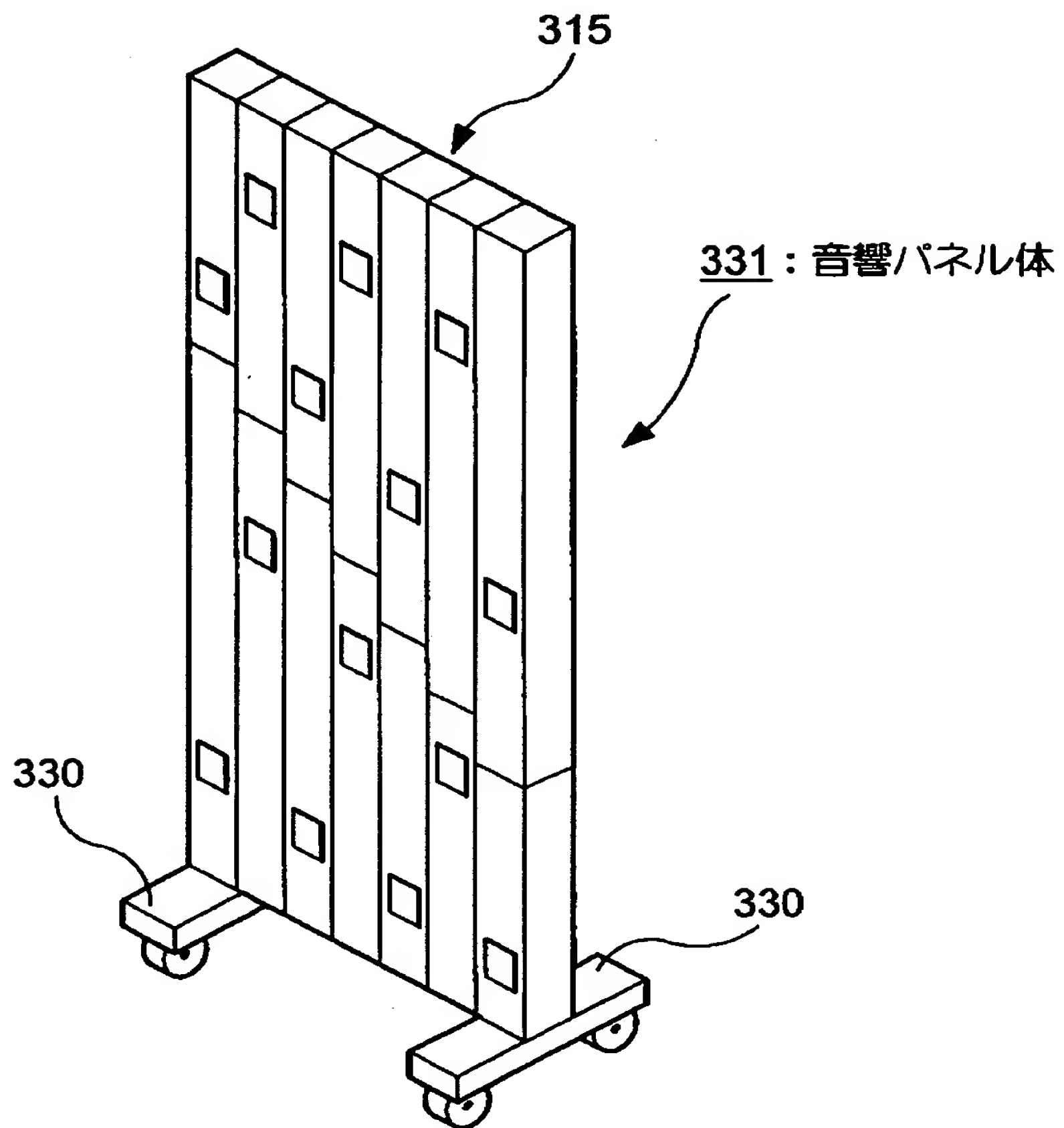


【図 3 2】

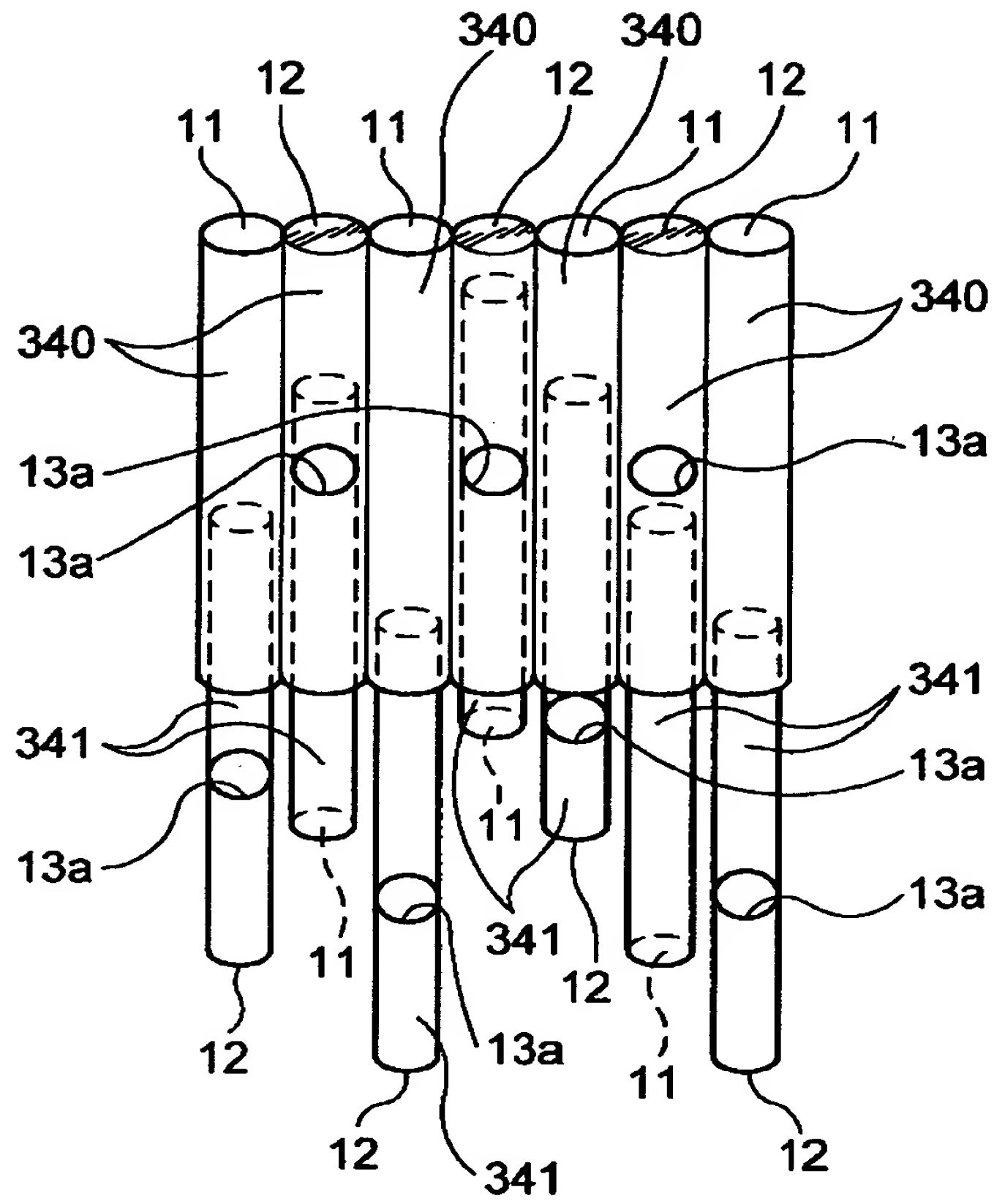




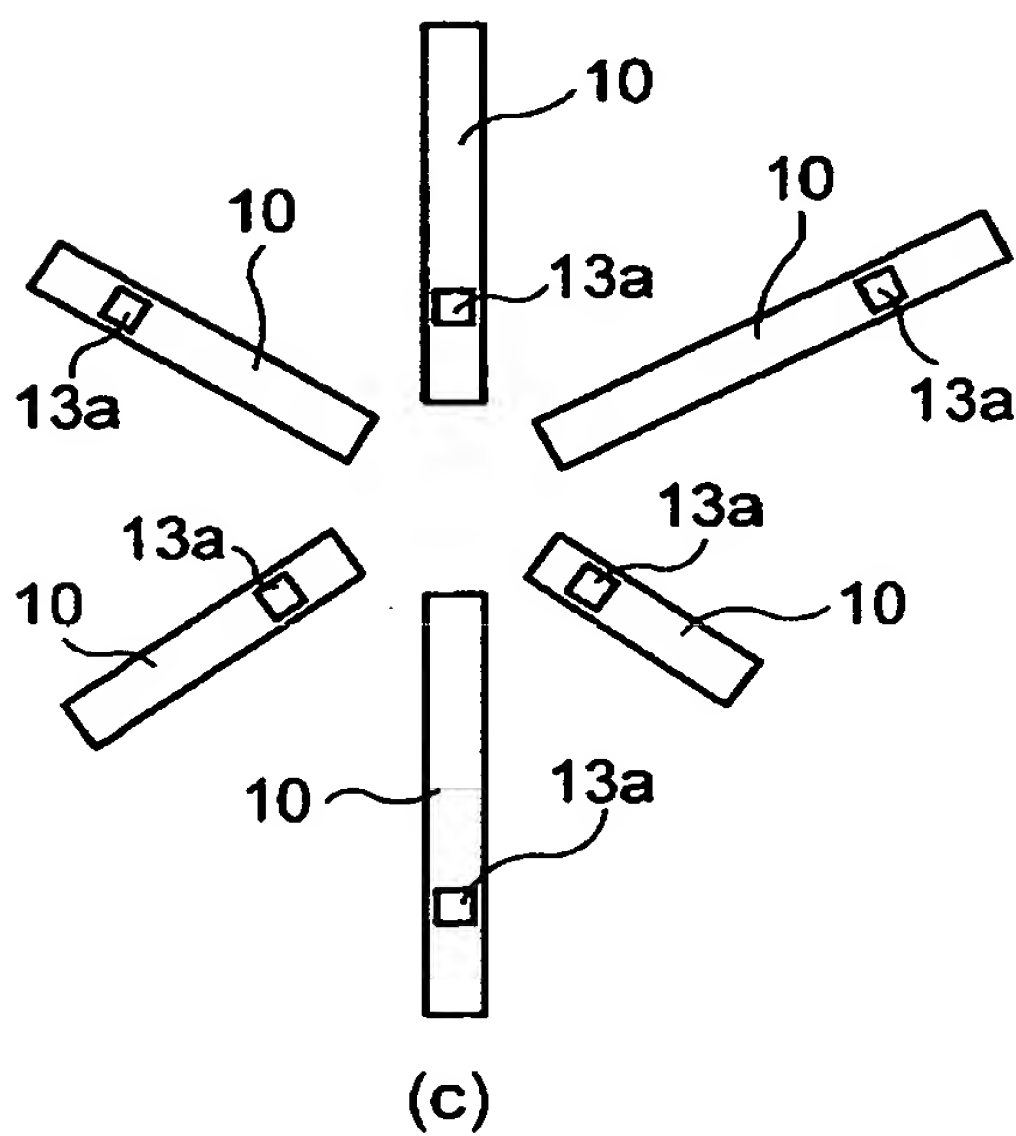
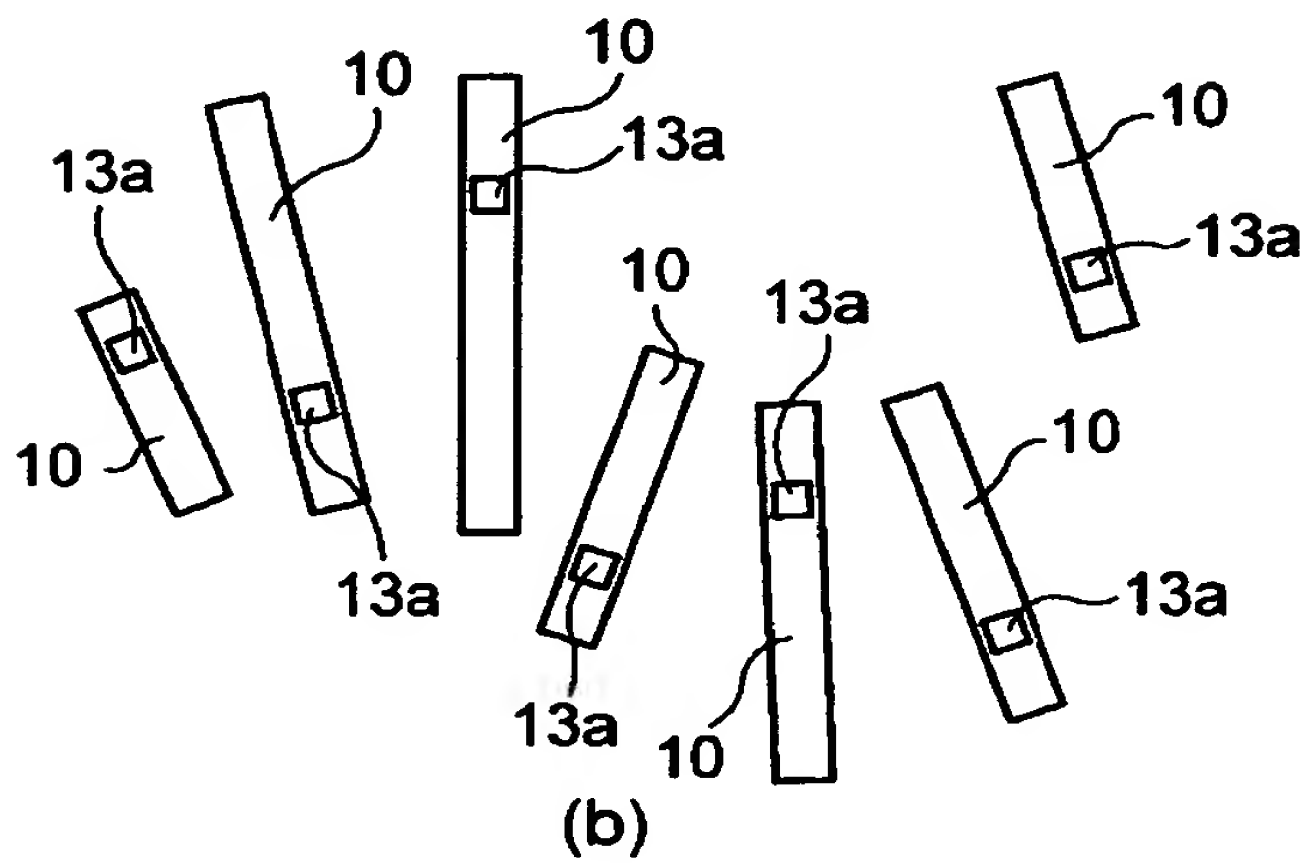
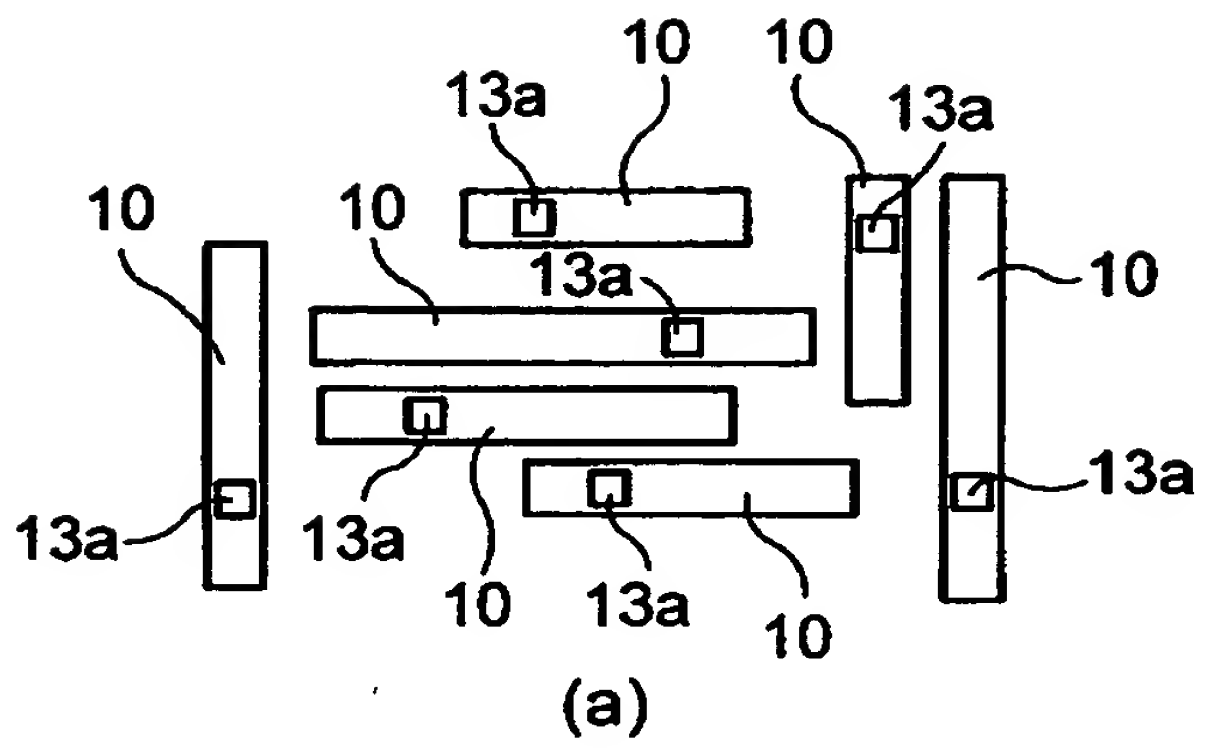
【図 3 3】



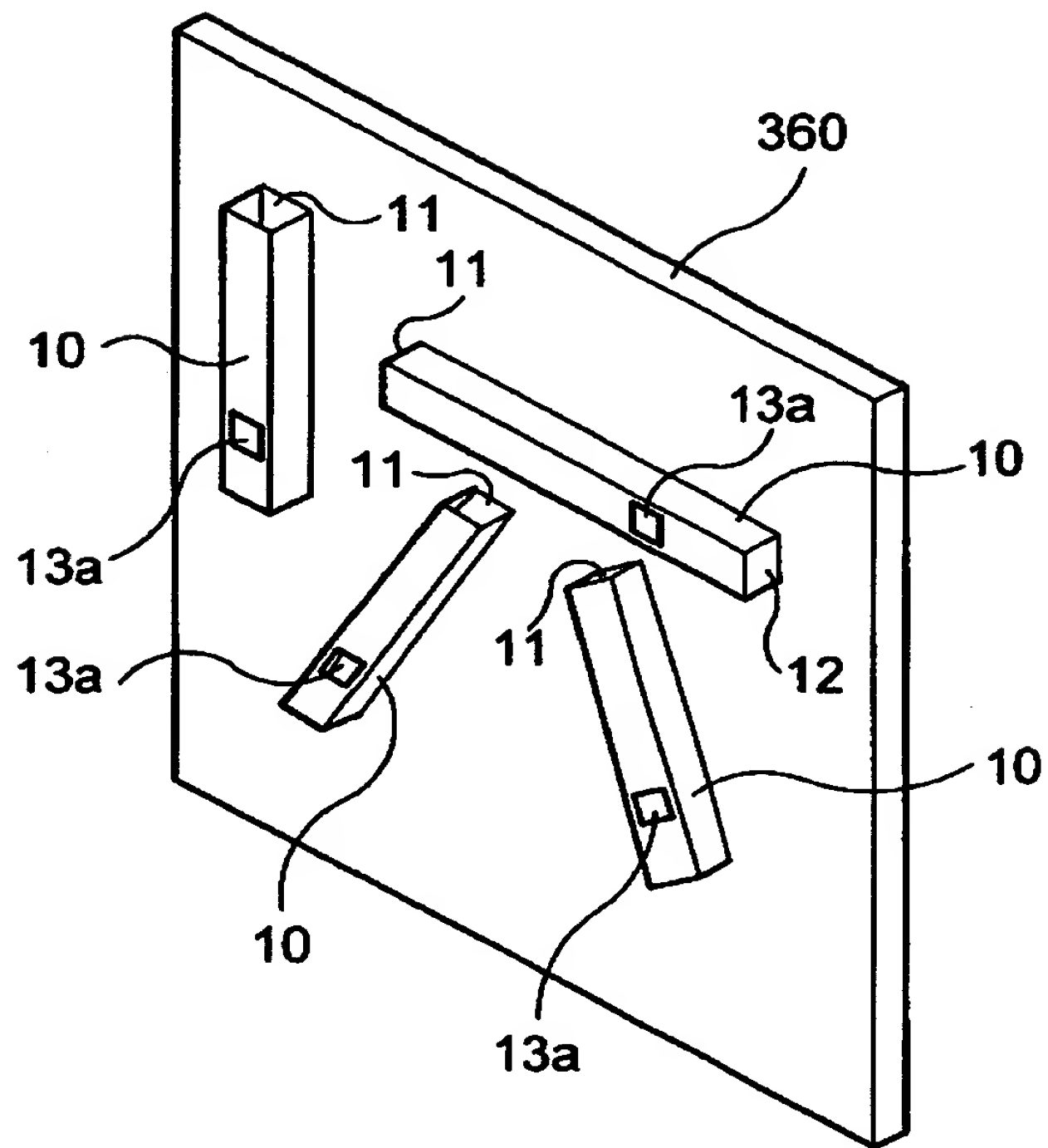
【図 3 4】



【図 3 5】



【図 3 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 厚み方向へのサイズの大型化および室内の設計自由度の低下を招くことなく、広い周波数帯域にわたって良好な散乱効果を得る。

【解決手段】 この音響放射構造体 5 はパイプ 1 0 - A1 ~ パイプ 1 0 - A7 の 7 本のパイプにより構成されている。これらのパイプは、図の左右方向である長手方向に空洞を形成しており、一端側が開口部 1 1 であり、他端側が蓋部 1 2 により閉じられている。そして、各パイプの側面部 1 3 には開口部 1 3 a が形成されている。このような構成の下、図の紙面手前側から音が入射すると、反射音とともに、多数の開口部 1 1 や開口部 1 3 a から様々な音波が再放射される。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 4 0 7 5 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 2 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 静岡県浜松市中沢町 1 0 番 1 号  
氏 名 ヤマハ株式会社